

LXA

UOW
H 282)

PEAKFLOWMETRIE

in

jeugdgezondheidszorg

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE
AAN DE RIJSUNIVERSITEIT TE LEIDEN,
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS DR. A. E. COHEN,
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN,
VOLGENS BESLUIT VAN HET COLLEGE VAN DEKANEN
TE VERDEDIGEN OP MAANDAG 2 JULI 1973 TE KLOKKE 14.15 UUR

door

HUGO HARMS

geboren te Singkawang (Borneo) Nederlandsch-Indië (thans Indonesië) in 1913

Promotor: Prof. Dr. J. Swierenga
Co-referenten: Prof. Dr. H. H. van Gelderen
Prof. Dr. J. H. de Haas

Dit onderzoek stond onder leiding van Dr. J. C. van Wieringen, wetenschappelijk medewerker van het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde / TNO

STELLINGEN

I

Hoewel met peak flow onderzoek geen diagnose kan worden gesteld, zijn peak flow bepalingen van belang ter vaststelling van eventuele uitademingsstoornissen.

II

Onderzoek van de expiratoir- ventilatoire capaciteit van schoolkinderen met de peak flow meter volgens Wright, is geïndiceerd bij anamnestic voorkomen of bij manifeste symptomen van obstructieve longaandoeningen.

III

Voor screeningsonderzoek naar het voorkomen van CARA kan peakflowmetrie als een bruikbare methode worden beschouwd. Faciliteiten voor ijking en herijking dienen echter aanwezig te zijn.

IV

Peak flow prestaties kunnen beter beoordeeld worden aan de hand van percentiel-diagrammen dan met behulp van nomogrammen van standaardwaarden.

V

Beoordeling van de maximale expiratoire uitademhalingssnelheid van astmatische kinderen dient uitsluitend in relatie tot de lichaamslengte te geschieden.

VI

Het bepalen bij sportkeuring van de vitale capaciteit als enige longfunctieproef geeft geen informatie over eventueel aanwezige obstructie van de luchtwegen. Dit onderzoek dient vervangen, respectievelijk aangevuld te worden met peakflowmetrie.

VII

Iedere Gemeentelijke Geneeskundige en Gezondheidsdienst dient over een arts te beschikken, die zich met research bezig houdt betreffende verschillende sociaal-geneeskundige aspecten in de gemeente en omgeving.

VIII

Aan de diagnose 'chronische bronchitis' van schoolgeneeskundige diensten in Nederland kan geen waarde gehecht worden, aangezien deze diagnose slechts mogelijk is aan de hand van nauwkeurige informatie betreffende kwaliteit en kwantiteit van geproduceerde sputa en van obstructieve symptomen.

IX

Niet iedereen die zich laat opnemen in een kliniek, wil ook werkelijk kappen met het (drug)gebruik.

W. G. Mulder.

Verslaving. Druggebruik bij jongeren.

Amsterdam. Wetenschappelijke Uitgeverij N.V. 1971

X

Voor de juiste bepaling van het beleid in een ziekenhuis kan de verpleegkundige in de directie niet worden gemist.

T. Ziekenverpl. 21.1014.1971

XI

Informatie betreffende alcohol-, tabak-, druggebruik en milieu-hygiëne dient aan schoolkinderen te worden aangeboden door opname in het verplicht leerprogramma op alle scholen voor voortgezet onderwijs.

XII

Meer bekendheid van de verschijnselen van het 'Anterior tibial compartment syndrome' is noodzakelijk, teneinde te komen tot een vroege diagnose en het tijdig instellen van therapie.

XIII

Ervaringen van Nederlandse artsen uit het voormalige Nederlands Nieuw Guinea kunnen een belangrijke bijdrage leveren bij het bestrijden van volksziekten in het tegenwoordige Irian Barat.

XIV

Een vernieuwde basisschool waar ruimte is voor aangepaste individuele onderwijsmethoden, zal veel minder kinderen naar LOM-scholen verwijzen.

M. G. H. den Haan. Ped. didact. SPPD Hilversum.
(persoonlijke informatie)

XV

Ten behoeve van de bejaarden en de chronisch zieken is een goede samenwerking tussen ziekenhuis, verpleegtehuis en bejaardentehuis slechts mogelijk, indien zij gedrieën in de Volksgezondheidsorganisatie onder dezelfde verantwoordelijkheid vallen.

J. B. V. Welten.

Ned. T. Geront. I. 215. 1970

H. Harms

Aan alle instanties en personen, die zowel praktisch als financieel aan de totstandkoming van dit proefschrift hebben bijgedragen, wil ik mijn grote erkentelijkheid betuigen. Financiële steun is verkregen van het Fernande Rochell-Nieuwenkamp Fonds, de Stichting Het Nederlands Astma Fonds en de Koninklijke Nederlandse Centrale Vereniging tot Bestrijding der Tuberculose.

Collega J. G. Bazuin, directeur van de Gemeentelijke Geneeskundige en Gezondheidsdienst te Leiden heeft mij op het spoor gebracht van longfunctie-onderzoek met eenvoudige apparatuur bij schoolkinderen. Zijn grote belangstelling is steeds een stimulans geweest voor verder onderzoek.

De directie van het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde/TNO te Leiden heeft mij toestemming verleend om gebruik te maken van de faciliteiten van het Instituut. Vele medewerkers van het Instituut hebben hun bijdrage geleverd aan bewerking en rapportage van het onderzoek. De Heren P. van Leeuwen en J. J. Radder van de afdeling Statistiek hebben de mechanische bewerking uitgevoerd; de Heer P. Bleeker van de afdeling Chemie en Fysica heeft ijkingen van peak flow meters verricht; de Heer N. H. de Kleyn heeft de lay-out van tabellen, grafieken en figuren verzorgd; Mejuffrouw C. M. Schaap heeft de literatuurlijst gecorrigeerd; Mejuffrouw A. C. M. van Olst heeft de samenvatting in het Engels vertaald; de Heer P. H. de Blocq van Scheltinga, A.F.I.A.P. heeft de foto's vervaardigd.

Veel medewerking heb ik steeds mogen ondervinden van collega Dr. J. W. van Rooy, directeur van de Gemeentelijke Geneeskundige en Gezondheidsdienst te Hilversum tot 1 januari 1970, en zijn opvolger collega M. A. Kipp. De schoolverpleegkundige Mejuffrouw M. Grimmon heeft steeds op nauwgezette wijze lichaamslengte en -gewicht van schoolkinderen bepaald.

Collega J. E. C. Schook, geneesheer-directeur, en collega C. F. Schüller, behandelend arts van het astmacentrum 'Heideheuvel', hebben mij peakflow-metrisch en spirografisch onderzoek van astmatische en gezonde kinderen in het astmacentrum mogelijk gemaakt. Mejuffrouw P. van Oord, longfunctie-assistente van het astmacentrum 'Heideheuvel' heeft mij op deskundige wijze ingewerkt in de methodiek van spirografisch onderzoek.

De Heer L. Voogd, rector van 'Het Nieuwe Lyceum' te Hilversum, heeft op spontane wijze medewerking verleend voor spirografisch onderzoek van een aantal van zijn leerlingen in het astmacentrum.

De Heren J. de Goey en P. den Houter, schoolhoofden van respectievelijk de Prof. Dr. G. Heymansschool en Prof. Dr. Ph. A. Kohnstammschool te Hilversum, hebben ook zeer veel bijgedragen aan een apart onderzoek bij leerlingen in hun scholen.

Gezien de zeer uiteenlopende problematiek waarmee de arts in Jeugdgezondheidszorg steeds geconfronteerd wordt, is mij de inhoud van de geciteerde uitspraak van Prof. Dr. J. H. de Haas steeds duidelijker geworden.

*Ter nagedachtenis aan mijn ouders.
Aan mijn vrouw en zoons*

INHOUD

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen.	1
1.2	Motivering onderzoek	2
1.3	Vraagstellingen	3
2	Literatuur	6
2.1	De snelheid van de in- en expiratoire luchtstroom	6
2.1.1	Fysiologische aspecten	6
2.1.2	Metingen van de snelheid van de in- en expiratoire flow	8
2.1.3	Recent onderzoek van de in- en expiratoire flow van kinderen.	10
2.2	De expiratoire flow	11
2.2.1	Historische ontwikkeling meetapparatuur	11
2.2.2	De peak flow meter volgens Wright	14
2.2.3	Toepassingen peak flow onderzoek	16
2.2.4	Waarde van peak flow onderzoek.	16
2.2.5	Factoren, die peak flow bepalingen beïnvloeden.	19
2.2.6	Andere methoden ter bepaling van de expiratoire flow met de peak flow meter volgens Wright	21
2.2.7	Correlatie-coëfficiënten	22
2.3	Epidemiologie van astma bronchiale en chronische bronchitis bij schoolkinderen	22
2.3.1	Kinderen op gewone scholen	22
2.3.2	Kinderen op openluchtscholen (buitenscholen)	24
3	Evaluatie van de methodiek	25
3.1	Literatuur.	25
3.2	Apparatuur	26
3.2.1	Vergelijking van peak flow meters	26
3.2.1.1	Leidse apparatuur	26
3.2.1.2	Hilversumse apparatuur	27

3.2.2	Ijking van peak flow meters	27
3.2.2.1	Ijkingsresultaten	28
3.2.2.2	Verschillen in registratie tussen standaard- en low range peak flow meters	29
3.2.2.3	Stabiliteit van peak flow meters	29
3.2.2.4	Correctie van afgelezen PEF-waarden	30
3.2.2.5	Peak flow meter no. 3549	30
3.2.2.6	Ijkingen volgens de methodiek van Airmed	31
3.2.2.7	Samenvatting en conclusies	32
3.2.3	Fouten en defecten van peak flow meters. (Eigen er- varingen)	32
3.2.4	Validiteit van peak flow meters	34
3.2.4.1	Literatuur	34
3.2.4.2	Onderzoek naar de validiteit van de eigen peak flow meter	35
3.2.4.3	Onderzoek naar de validiteit van peak flow meter no. 5138	38
3.2.4.4	Samenvatting	38
3.3	Methodiek, peak flow onderzoek bij kinderen	39
3.3.1	Peak flow onderzoek met en zonder neusklem	39
3.3.2	Aantal inblazingen ter bepaling van de individuele maximale peak flow.	40
3.3.3	Peak flow bepalingen en lichaamshouding	43
3.3.4	Variaties van peak flow waarden in de loop van de dag en verschillen in peak flow waarden gemeten op ver- schillende dagen	45
3.4	Peak flow onderzoek door verschillende onderzoekers.	47
4	Peak flow waarden van Leidse en Hilversumse schoolkinderen	49
4.1	Onderzoek van een populatie	49
4.2	Literatuur.	50
4.3	Opzet onderzoek	55
4.3.1	Organisatie	55
4.3.2	Registratie en codering	56
4.3.3	Uitvoering onderzoek	56
4.3.3.1	Anamnestiche gegevens	56
4.3.3.2	Onderzoekgegevens	59
4.4	Bewerking	62
4.4.1	Vaststelling populatie-eigenschappen.	63
4.4.2	Samenstelling correctie-tabellen.	63
4.4.3	Vaststelling standaard peak flow waarden	63
4.4.4	Percentielen en percentielcurven	64

4.5	Populatie	64
4.5.1	Scholen	64
4.5.2	Aantal onderzochte schoolkinderen	64
4.5.3	Coöperatie	65
4.5.4	Beroepengroepen	65
4.5.5	Longpathologie	65
4.5.6	Lengte	66
4.5.7	Gewicht	67
4.5.8	Chronologie van geslachtelijke rijpingsfasen	67
4.5.9	Thoraxmaten	68
4.5.10	Gezinsgrootte	69
4.5.11	Rangnummers onderzochte kinderen	70
4.5.12	Samenvatting en conclusies	70
4.6	Resultaten	72
4.6.1	Percentielwaarden van de expiratoire peak flow van schoolkinderen van 4,0- < 6,0 jaar	72
4.6.1.1	Leidse kinderen	72
4.6.1.2	Hilversumse kinderen	73
4.6.2	Percentielwaarden van de expiratoire peak flow van schoolkinderen van 6,0- < 18,0 jaar	74
4.6.2.1	Leidse kinderen	74
4.6.2.2	Hilversumse kinderen	74
4.6.3	Correlatie-coëfficiënten	78
4.6.4	Variatie-coëfficiënten	78
4.6.5	PEF-waarden van Hilversumse en buitenlandse kin- deren	80
4.6.6	Regressie-vergelijkingen van PEF-waarden van Hil- versumse schoolkinderen	80
4.6.7	Samenvatting en conclusies	82
5	Peak flow waarden van kinderen met obstructieve longaandoeningen	83
5.1	Astmatische kinderen	83
5.1.1	Literatuur	83
5.1.2	Patiënten astmacentrum 'Heideheuvel'	84
5.1.3	Schoolkinderen	87
5.2	Schoolkinderen met recidiverende bronchitis	88
5.2.1	Literatuur	88
5.2.2	Bronchitis-diagnostiek van schoolgeneeskundige dien- sten	89
5.2.3	Onderzoek van schoolkinderen met recidiverende bronchitis	90
5.3	Samenvatting en conclusies	91
		XI

6	Nevenonderzoekingen	92
6.1	Peak flow waarden vóór en na lichamelijke inspanning . . .	92
6.1.1	Literatuur	92
6.1.2	Resultaten	93
6.1.3	Conclusie	94
6.2	Peak flow waarden en geslachtelijke rijpingsfasen.	95
6.2.1	Jongens	95
6.2.2	Meisjes	95
6.2.3	Conclusie	96
6.3	Peak flow waarden en intelligentie	96
6.4	Peak flow waarden van kinderen met afwijkingen van mond- en keelholte en afwijkingen van de lichaamshouding.	97
6.4.1.	PEF-waarden van kinderen met regulatiebeugels van het gebit	98
6.4.2.	PEF-waarden van kinderen met hypertrophische tonsillen	98
6.4.3.	PEF-waarden van kinderen met afwijkende lichaamshoudingen	98
6.4.4.	Conclusie	98
6.5	Peak flow waarden naar beroepengroepen	99
	Samenvatting	100
	Summary	104
	Literatuur	108
	Bijlagen	115
	Tabellen } Figuren } zie tabellen- en figurenboek	

VERKLARINGEN

PEF = peak expiratory flow

VC = vitale capaciteit (in ml)

ESC = expiratoire seconde capaciteit (= FEV₁)

FEV₁ = forced expiratory volume in one second

MMEF = maximal mid-expiratory flow

FEF = forced expiratory flow = MEFR (maximal expiratory flow rate)

FIF = forced inspiratory flow = MIFR (maximal inspiratory flow rate)

Tiffeneau-waarde = $\frac{ESC}{VC} \times 100$ (in procenten)

Pneumotachograaf = toestel voor het bepalen en registreren van de snelheid van de in- en expiratoire lucht

P1-P5 = ontwikkelingsstadia pubesbeharng (jongens en meisjes)

G1-G5 = genitaal-ontwikkeling (jongens)

M1-M5 = ontwikkelingsstadia mammae

Menarche = leeftijd bij eerste menstruatie

GG en GD = gemeentelijke geneeskundige en gezondheidsdienst

KO = kleuteronderwijs

GLO = gewoon lager onderwijs

BLO = buitengewoon lager onderwijs

LOM = onderwijs voor kinderen met leer- en opvoedingsmoeilijkheden

VGLO = voortgezet gewoon lager onderwijs (= LEAO)

LEAO = Lager economisch en administratief onderwijs

NO = nijverheidsonderwijs voor meisjes

VHMO = voortgezet hoger en middelbaar onderwijs

Openluchtscholen (buitenscholen) = scholen met onderwijs ook in de buitenlucht voor kinderen die o.a. lijden aan astma bronchiale en chronische bronchitis

Intelligentie-quotiënt (IQ) = maat voor intelligentie-niveau als quotiënt uitgedrukt van intellectuele leeftijd en kalenderleeftijd

Correlatie-coëfficiënt (r) = de statistische maat, die de sterkte van het verband tussen twee variabelen aangeeft.

Bij een uniek positief verband is dit gelijk aan +1 en bij een uniek

negatief verband — 1. Bij volledige afwezigheid van enig verband is $r = 0$.

$\bar{x}$ = gemiddelde

s = standaardafwijking (standaard-deviatie)

vc = variatie-coëfficiënt

Regressie-vergelijking van PEF-waarden = die gewogen combinatie van parameters als b.v. lengte, gewicht en leeftijd, die de PEF zo goed mogelijk voorspelt

Beroepengroepen = de indeling van beroepen in 3 hoofdgroepen volgens de beroepenklapper van de afdeling Culturele Statistiek van het CBS (CBS, 1962). Genoemde indeling is een beroepsprestige-stratificatie

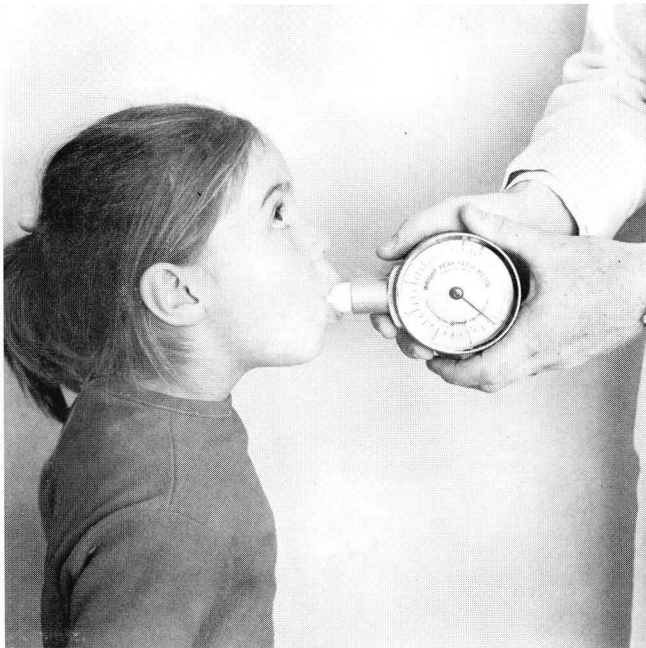
Epidemiologie = de wetenschap van kenmerken en determinanten van gezondheid, ziekte en sterfte als collectieve verschijnselen

Standaardwaarden van de expiratoire peak flow = de bij een omschreven populatie op een bepaald tijdstip vastgestelde expiratoire peak flow uitgedrukt in mediaan en spreidingspercentielen of in gemiddelde en standaard afwijking

Jeugdgezondheidszorg = georganiseerde sociaal-medische begeleiding gericht op het bevorderen en beveiligen van gezondheid, groei en ontwikkeling van kinderen en jeugdigen.



onderzoek met standaard peak flow meter



Onderzoek met low range peak flow meter

I INLEIDING

I.1 *Algemeen*

Zowel in de fysiologie als in de pathologie van de ademhaling is de bepaling van de expiratoir ventilatoire capaciteit een belangrijk onderdeel van longfunctie-onderzoek.

Bij de methodiek van de individuele diagnostiek wordt vaak gebruik gemaakt van een spirometer voorzien van registratie-trommel met tijdverdeling. Hiermede is de hoeveelheid geforceerd uitgeademde lucht in de eerste seconde van de uitademingsfase (= 1-seconde capaciteit) te bepalen. De 1-sec. capaciteit bedraagt 70-90% van de vitale capaciteit (Deenstra, 1960).

De spirometer met toebehoren is vrij groot, ingewikkeld, niet gemakkelijk te transporteren en werkt op kleinere kinderen vaak angstaanjagend. Daarom is het gewenst om over een eenvoudiger instrument te beschikken voor onderzoek van de expiratoir ventilatoire capaciteit bij screenings-onderzoek.

Ten behoeve van de Pneumoconiosis Research Unit of The Medical Research Council is door B. M. Wright de peak flow meter geconstrueerd (Wright et al., 1959).

Met de peak flow meter is de maximale stroomsterkte van lucht te meten. Door toepassing van dit eenvoudige instrument kan het ingewikkelde spirografisch onderzoek, dat ook elektrische- en zuurstofvoorzieningen vereist, voor algemeen oriënterend onderzoek vervangen worden door een handige methode, die zowel in de onderzoekkamer als aan het ziekbed toegepast kan worden.

Evenals bij spirografische bepalingen van de 1-sec. capaciteit wordt bij onderzoek met de peak flow meter gebruik gemaakt van de 'single breath'-methode waarbij, na maximale inspiratie, de snelheid van de geforceerd uitgeademde lucht wordt gemeten. De snelheid wordt uitgedrukt in liters/minuut.

Longfunctie-onderzoek behoeft niet beperkt te worden tot individuele diagnostiek, maar kan ook van betekenis zijn bij onderzoek van groepen personen (Bouhuys, 1963; Lunn, 1965; Limburg, 1968).

Dit is van belang in verband met het toegenomen probleem van luchtverontreiniging door industrie, wegverkeer en verwarmingsbronnen waarbij

gebruik gemaakt kan worden van peakflowmetrisch onderzoek zoals toegepast door Toyama (1964) en Watanabe (1965) in Japan, Holland (1969) in Engeland en Biersteker (1969) in Nederland.

1.2 *Motivering onderzoek*

Voor de schoolarts wordt met de peak flow meter de mogelijkheid geboden om, hetzij op indicatie van manifeste symptomen of naar aanleiding van door-gemaakte longaandoeningen, de aanwezigheid van expiratoir- ventilatoire afwijkingen veroorzaakt door obstructieve processen van de perifere adem-halingswegen te signaleren.

Uit literatuurstudie wordt nader inzicht betreffende fysiologische aspecten van de expiratoire uitademingssnelheid en nadere informatie over metingen van de expiratoir- ventilatoire capaciteit verkregen.

Hierbij is het van belang de historische ontwikkeling van daartoe dienende meetapparatuur te volgen.

Nadere informatie in hoeverre peakflowmetrisch onderzoek bij obstructieve longaandoeningen toegepast wordt en welke waarde aan deze methodiek wordt toegekend, kan verkregen worden uit opgedane ervaringen van verschillende onderzoekers.

In hoeverre peakflowmetrisch onderzoek van belang is bij schoolkinderen kan blijken uit gegevens betreffende het voorkomen van obstructieve longaandoeningen bij schoolkinderen. Een oriëntatie hieromtrent is mogelijk aan de hand van jaarverslagen van verschillende schoolgeneeskundige diensten hier te lande.

Om tot een besluit te komen peakflowmetrie als een aanvaardbare methodiek te beschouwen is evaluatie van deze methodiek noodzakelijk. Ten behoeve van deze evaluatie dient informatie verkregen te worden van de intrinsieke nauwkeurigheid van de peak flow meter als meetinstrument van de expiratoire uitademingssnelheid, terwijl waarnemingen van verschillende onderzoekers verricht met verschillende peak flow meters vergeleken dienen te worden.

Zoals bij alle meetmethoden dienen ook hier individuele expiratoire-ventilatoire vermogens beoordeeld te worden ten opzichte van standaardwaarden. Onderzoek van grotere aantallen a-select gekozen gezonde kinderen is hiervoor nodig waarbij nauwkeurige omschrijving van kenmerkende populatie-eigenschappen. Tijdens periodiek schoolgeneeskundig onderzoek is het verzamelen van daartoe dienende gegevens mogelijk.

Teneinde standaard peak flow waarden te kunnen vergelijken met peak flow prestaties van kinderen lijdende aan obstructieve longaandoeningen, is het van betekenis bij astmatische kinderen en kinderen met recidiverende bronchitis, peak flow onderzoek te verrichten. Kinderen, lijdende aan deze

longaandoeningen, worden aangetroffen tijdens periodiek schoolgeneeskundig onderzoek. Tevens is het van belang astmatische kinderen, voor behandeling opgenomen in een astmacentrum, in dit onderzoek te betrekken.

In nevenonderzoekingen kunnen andere factoren, die peak flow prestaties kunnen beïnvloeden, onderzocht worden. De invloed van lichamelijke inspanning, intelligentie, geslachtelijke rijpingsgraden en sociale welstandsgraad kunnen hierbij van belang zijn.

1.3 *Vraagstellingen*

- 1 Is peak flow onderzoek met de peak flow meter volgens Wright voldoende betrouwbaar om de door dit instrument geregistreerde waarden als maatgevend te beschouwen voor normale of afwijkende uitademings-snelheden?
- 2 Leent de peak flow meter volgens Wright zich voor screeningsonderzoek van grote aantallen personen ter opsporing van obstructieve longaandoeningen?
- 3 Zijn van Nederlandse kinderen standaard peak flow waarden bekend?
- 4 In hoeverre is peak flow onderzoek met de peak flow meter volgens Wright van belang voor preventieve jeugdgezondheidszorg?

Ten aanzien van de *eerste vraagstelling* dienen onder volgende factoren in aanmerking te worden genomen.

- a. De validiteit van peak flow bepalingen dient duidelijk te worden aangetoond zodat het relevante verschijnsel: obstructie van de perifere ademhalingswegen ook duidelijk door deze methodiek wordt aangegeven. De validiteit moet blijken uit overeenkomende resultaten bij vergelijkend onderzoek met een andere (conventionele) methode: spirografische bepaling van de 1-sec. capaciteit.
- b. Herhaalbaarheid (repeatability) of reproduceerbaarheid van geregistreerde peak flow waarden dienen duidelijk te worden aangetoond. Hierbij zijn de volgende factoren van betekenis:
 - de intrinsieke nauwkeurigheid van de meting.
 - constantheid van registratie.

Hierbij dienen fouten in onderzoekstechniek voorkomen te worden als verschillen in positie van onderzochte personen (staande, zittende of liggende houding) of foutieve stand van de peak flow meter tijdens het inblazen.

Ook persoonlijke factoren van onderzochte personen als onvoldoende coöperatie, onvoldoende concentratie etc. kunnen van schadelijke invloed zijn op constantheid van registratie.

- de bekwaamheid van de onderzoeker in het hanteren van de peak flow meter en het interpreteren van gepresteerde peak flow waarden.

Naar aanleiding van de *tweede vraagstelling* komt de kwaliteit van de apparatuur in het geding wat betreft nauwkeurigheid en degelijkheid van het instrument. Seriewaarnemingen van verschillende onderzoekers kunnen vergeleken worden om te kunnen bepalen na hoeveel metingen er defecten aan het instrument opgetreden zijn en welke de aard van de defecten zijn.

Defecten kunnen zich uiten in foutieve registraties zodat regelmatig door ijking contrôle uitgeoefend dient te worden op de nauwkeurigheid van het instrument.

Vergelijking van uitkomsten van verschillende onderzoekers is alleen mogelijk indien dezelfde techniek is toegepast waarbij o.a. door allen op adequate wijze de peak flow meter gehanteerd is (volgens gebruiksaanwijzing) en zodoende volgens een gestandaardiseerde methode onderzocht is. Hiertoe behoort ook ijking van de instrumenten volgens dezelfde methode vóór het onderzoek en regelmatig herijkingen tijdens het onderzoek.

Ook speelt het onderhoud van het instrument een rol vooral in verband met regelmatige reiniging tijdens revisie en op welke wijze het instrument bewaard wordt als het niet in gebruik is.

Van belang is verder op welke wijze het instrument vervoerd wordt naar verschillende plaatsen van onderzoek aangezien defecten ook tijdens vervoer kunnen ontstaan.

In verband met de *derde vraagstelling* dient vermeld te worden dat een voorlopig onderzoek naar standaardwaarden van Nederlandse kinderen plaats heeft gehad bij Leidse schoolkinderen (Harms et al., 1969).

Ter vaststelling van standaardwaarden dienen homogene populaties van (school)kinderen onderzocht te worden. Homogeniteit wordt bepaald door persoonlijke kenmerken en kenmerken van plaats en tijd. Tot persoonlijke kenmerken behoren o.a. geslacht, leeftijd, sociale klasse (beroep van vader) en gezondheidstoestand.

Vaststelling van standaardwaarden kan uitsluitend geschieden door onderzoek van een populatie van gezonde kinderen met normale lichamelijke en geestelijke ontwikkeling zonder manifeste symptomen van afwijkingen van de ademhalingswegen waarbij ook anamnestiche geen longziekten voorkomen.

Met betrekking tot de *vierde vraagstelling* kan opgemerkt worden dat maatgevend hiervoor is, of de mogelijkheid bestaat om met peak flow onderzoek te komen tot vroegtijdige detectie van obstructieve longaandoeningen bij schoolkinderen en vaststelling in welke mate gevonden afwijkingen van de expiratoire uitademingssnelheid van betekenis zijn voor verdere behandeling.

Ook kan een indruk verkregen worden in hoeverre er nog afwijkende PEF-waarden voorkomen bij anamnesticch doorgemaakte longaandoeningen van obstructieve aard bij ontbreken van manifeste symptomen.

Hierbij is het van belang in overweging te nemen dat afwijkende peak flow waarden ook veroorzaakt kunnen worden door afwijkingen van de ademhalingsmusculatuur en afwijkingen van mond- en neusholte.

2 LITERATUUR

2.1 *De snelheid van de in- en expiratoire luchtstroom*

2.1.1 Fysiologische aspecten

Bepaling van de snelheid van de in- en expiratoire luchtstroom (flow) is een onderdeel van longfunctie-onderzoek.

De inademing is een actief musculaire werkzaamheid terwijl de uitademing passief verloopt. Gedurende de inspiratoire fase van de ademhaling wordt de thoraxholte vergroot door een naar boven en buitenwaarts gerichte beweging van de ribben en door vervlakking van de diafragmahoek door contractie van de M. Diafragmaticus.

Door intrapleurale drukverlaging ontplooiën de longen zich waarbij de buitenlucht in de longen kan stromen. Ontplooiing van de longen heeft niet gelijkmatig plaats over alle delen van de longen maar voltrekt zich in sterkere mate aan de apices dan aan de bases omdat de intrapleurale druk aan de longbases minder negatief is dan aan de longtoppen. Het drukverschil tussen deze beide longgedeelten, dat 7,5 cm H₂O bedraagt, wordt veroorzaakt door de zwaartekracht (Cotes, 1968).

Bij geforceerde inademing treedt accessoire inademingsmusculatuur in werking welke van andere delen van het skelet inwerken op de thorax. Hiertoe behoren de M. Sterno Cleido Mastoideus, M. Scalenus, M. Pectoralis Major en de M. Latissimus Dorsi. Bij gezonde personen wordt hierdoor de inademing verdiept (Cotes, 1968).

Bij geforceerde uitademing treden er bovendien musculaire krachten op welke resulteren in een omhooggerichte beweging van het diafragma en door actief versnelde teruggang van de thoraxwand uit de maximale inspiratiestand naar de maximale expiratiestand. Deze beide bewegingen worden door perswerking van de buikwandmusculatuur (Rossier et al. 1956; Donleben, 1959) waardoor de buikinhoud onder druk komt zodat ook het diafragma met grotere kracht zich in opwaartse richting begeeft. Verder grijpen de buikspieren aan op het sternum en onderste thorax-apertuur die daardoor sneller omlaag getrokken worden.

Voor snelle in- en expiratie zijn van belang: soepelheid van de longen, goede excursie-mogelijkheden van de thoraxwand en lage stromingsweerstand.

Soepelheid van het longweefsel wordt bepaald door factoren als hoedanigheid van de elastische vezels, bloedvulling van het longvaatstelsel en oppervlaktetension van de alveoli. Rekbaarheid en retractievermogen worden hierdoor bepaald. De mate van soepelheid (compliance) wordt bepaald door de verhouding tussen volumeveranderingen en de daarbij optredende intra-alveolaire drukverschillen.

Pathologische processen als emfyseem, longstuwing en longoedeem verminderen de soepelheid van het longweefsel (long-compliance).

Beweeglijkheid van de borstwand (thorax-compliance) wordt bepaald door:

- 1 Beweeglijkheid van de ribben ten opzichte van het sternum en wervelkolom waarbij de mate van elasticiteit in de kraakbenige uiteinden van de ribben van belang zijn naast articulaire beweeglijkheid tussen ribben en thoraxwervels.
- 2 Opvulling van de intercostale ruimten met spierweefsel (Mm. Intercostales Interni en -Externi) zodat er een elastische verbinding tussen de ribben onderling bestaat tijdens actieve musculaire werking van deze spieren tijdens het inspirium.

Excursie-mogelijkheden van diafragma en thoraxwand en soepelheid van het longweefsel zijn tezamen bepalend voor volumeveranderingen van de thoraxinhoud en daarmee tevens voor de ventilatoire capaciteit van de longen.

Maten voor de ventilatoire capaciteit (zie fig. 2.1) zijn:

- het *ademvolume* (tidal volume = TV) bij de normale ademhaling. Onder normale omstandigheden wordt door een volwassene ongeveer 500 ml lucht per keer in- en uitgeademd.
- na een normale inademing kan nog een extra hoeveelheid lucht worden ingeademd. Dit is het *inspiratoire reserve-volume*: IRV.
- na een gewone uitademing kan nog verder uitgeademd worden: *expiratoire reserve-volume* = ERV.
- de som van IRV, TV en ERV heet: *vitale capaciteit* (VC). Dit is de maximale hoeveelheid lucht, die men kan uitademen na zo diep mogelijk te hebben ingeademd: *expiratoire vitale capaciteit* (forced expiratory volume = FEV) of, indien men eerst maximaal uitademt en daarna maximaal inademt, is dit de *inspiratoire vitale capaciteit* (forced inspiratory volume = FIV).
- na diepe uitademing blijft nog lucht over in de longen, die het *residu* genoemd wordt (residual volume = RV).
- residu en vitale capaciteit vormen tezamen de *totale longcapaciteit*.
- na een normale uitademing wordt het expiratoire reserve-volume niet

uitgeblazen. Dit bevindt zich nog in de longen evenals het residu. Tezamen heten zij: de *functionele residuaal capaciteit* (functional residual capacity = FRC).

Voor de in- en expiratoire flow is ook de *weerstand* in de luchtwegen van belang. Onder stromingsweerstand in een buizensysteem wordt verstaan de druk, die nodig is om een gas of vloeistof door dit buizensysteem te drijven (Anthony et al., 1962). Hierbij is de Wet van Hagen-Poiseuille van toepassing betreffende de laminaire stroming: $P = KV$ (waarbij P = druk, V = volume gemeten in de tijd en K een constante welke de lengte en de straal van het buizensysteem, het specifiek gewicht en viscositeit van het gas omvat).

Pathologische *snelheidsvermindering* van de in- en expiratoire flow wordt veroorzaakt door de volgende factoren:

- 1 Verhoogde weerstand in bronchi en bronchioli.
- 3 Verminderde soepelheid van het longweefsel.
- 2 Verminderde beweeglijkheid van de thoraxwand.

Indien snelheidsvermindering van de expiratoire flow alleen het gevolg is van verhoogde weerstand in bronchi en bronchioli is er sprake van het *obstructieve* type van longaandoeningen als bijv. astma bronchiale en recidiverende bronchitis.

Snelheidsvermindering als gevolg van beide andere factoren worden gezien bij longaandoeningen van het *restrictieve* type zoals voorkomt bij kyfoscoliosen, paretische ademhalingsmusculatuur tengevolge van poliomyelitis, emfyseem, fibrose, pneumoconiosen en longstuwung.

2.1.2 Metingen van de snelheid van de in- en expiratoire flow

Spirometrische methoden

Van de snelheid waarmee de vitale capaciteit uitgeademd kan worden verkrijgt men een indruk door spirometrisch de luchthoeveelheid te meten, die in de 1ste seconde van een geforceerde uitademing na een maximale inademing, uitgeademd kan worden (Fig. 2.1). Deze hoeveelheid lucht is de 1-seconde capaciteit (forced expiratory volume in one second = FEV₁).

Ook kan de hoeveelheid uitgeademde lucht in de eerste halve seconde of in de eerste $\frac{3}{4}$ seconde (FEV_{0,5} respectievelijk FEV_{0,75}) bepaald worden.

De 1-seconde capaciteit kan ook uitgedrukt worden in een percentage van de vitale capaciteit waarvan het quotiënt als de 'Tiffeneau-waarde' wordt aangeduid:

$$Q = \frac{\text{1-sec. capaciteit}}{\text{vitale capaciteit}} \times 100\%$$

Dit quotiënt, uitgedrukt in procenten, is bij jonge en gezonde proefpersonen 70–80% van de vitale capaciteit. Op oudere leeftijd neemt dit percentage geleidelijk af tot 60% (Deenstra, 1970).

In plaats van de expiratoire 1-sec. capaciteit kan ook de inspiratoire 1-sec. capaciteit bepaald worden (FIV_1). De FEV_1 is in de regel eerder verlaagd dan de FIV_1 aangezien bij uitademing fysiologisch vernauwing optreedt van de luchtwegen zowel bij gezonde personen als bij longpatiënten. Deze vernauwing wordt veroorzaakt door compressie van bronchi en bronchioli tijdens de uitademing door het zich retraherende longweefsel in de directe omgeving waardoor het mechanisme van 'air-trapping' ontstaat.

Simonsson (1963) heeft aangetoond dat bij zowel gezonde personen als longpatiënten met gegeneraliseerde obstructieve longaandoeningen, pulmonale sarcoïdosis en (of) fibrosis en bronchoconstrictie door druggebruik, de FIV_1 groter is dan de FEV_1 .

Zo is het quotiënt: $\frac{FIV_1}{FIV} \times 100\%$ ook groter dan het quotiënt: $\frac{FEV_1}{FEV} \times 100\%$.

Volgens Cotes (1968) is de inspiratoire flow bij gezonde personen gelijk aan de expiratoire flow, maar kan hoger zijn als de ventilatoire capaciteit afgenomen is tengevolge van mindere elasticiteit van het longweefsel.

Behalve de forced expiratory volume onderscheidt men nog de forced expiratory flow (FEF) en forced inspiratory flow (FIF). In oudere literatuur wordt de FEF en FIF ook aangeduid als MEFR (maximal expiratory flow rate) en MIFR (maximal inspiratory flow rate). Deze snelheden worden uitgedrukt in l/min.

De forced mid-expiratory flow (FMF) of maximal mid-expiratory flow rate (MMEF) is een andere maat voor expiratoire snelheid. Uit het spirogram ter bepaling van de 1-sec. capaciteit, kan dit afgelezen worden. Hieronder verstaat men de hoeveelheid lucht, die in de middelste helft van een snelle uitademing uitgeblazen wordt. Deze hoeveelheid lucht wordt uitgedrukt in liters/seconde.

Zowel bij de bepaling van de 1-sec. capaciteit als van de forced mid-expiratory flow wordt gebruik gemaakt van een snelle uitademing na een maximale inademing ook genoemd de 'single-breath' methode.

Bij een snelle uitademing wordt de forced vital capacity (FVC) gemeten hetgeen hetzelfde is als forced expiratory volume (FEV). De FEV_1 en de FMF zijn hieruit afgeleid.

Tegenover de forced vital capacity staat de slow vital capacity, welke bepaald wordt door uit de maximale expiratie-stand langzaam zo diep mogelijk in te ademen (inspiratoire VC) of uit de maximale inspiratie-stand langzaam zo diep mogelijk uit te ademen (expiratoire VC).

Door Simonsson (1963) is onderzocht in hoeverre de slow vital capacity verschilt van de forced vital capacity. Hierbij zijn bij gezonde personen geen

significante verschillen gevonden. Wel is bij dit onderzoek gebleken dat patiënten met obstructieve longaandoeningen een hogere slow vital capacity hadden indien vanuit de maximale inspiratie-stand de expiratoire VC bepaald werd dan uit de maximale expiratie-stand de inspiratoire VC.

Pneumotachografische methode

Deze methodiek berust op verschil in druk van een gas dat door een buis stroomt waarin een weerstand is aangebracht in de vorm van een diafragma-opening of door een systeem van een aantal nauwe buisjes. Het gas heeft een lagere druk dan tevoren nadat het deze weerstand gepasseerd is.

Dit drukverschil is een functie van de stromingssnelheid van het gas en wordt door een elektro-manometer geregistreerd. De stromingssnelheid wordt hierbij uitgedrukt in liters/sec. Bekende pneumotachografen zijn die van Lilly, McDermott en van Fleisch.

Peakflowmetrische methode

Met de peak flow meter volgens Wright wordt de snelheid van de expiratoire flow eveneens op een directe wijze gemeten en uitgedrukt in liters/minuut.

Ook is het mogelijk met de peak flow meter inspiratoire luchtstroomsnelheden te bepalen. Dit geschiedt met een speciale apparatuur, die aan de uitlaatzijde van de peak flow meter bevestigd kan worden waardoor, na een langzame maximale uitademing, de daarna met kracht geïnspireerde lucht door de peak flow meter stroomt waarvan de snelheid geregistreerd wordt.

Door Nairn et al. (1963) is beschreven op welke wijze deze methode toegepast kan worden. De maximale inspiratoire flow (peak inspiratory flow = PIF) van gezonde personen is geringer dan de maximale expiratoire flow (peak expiratory flow = PEF). Dit geldt zowel voor mannelijke als vrouwelijke personen van 15-65 jaar.

Van een aantal patiënten, waaronder emfyseem- en astmapatiënten met subnormale 'Tiffeneau-waarden', zijn echter wel hogere PIF-waarden gevonden vergeleken met hun PEF-waarden. Bij patiënten met sarcoïdosis van de longen en een man met kyphoscoliosis is hetzelfde gevonden.

2.1.3 Recent onderzoek van de in- en expiratoire flow van kinderen

Door verschillende onderzoekers is de in- en expiratoire flow van kinderen bepaald ter vaststelling van standaardwaarden en de invloed van luchtverontreiniging op de expiratoir-ventilatoire capaciteit. Onderstaand wordt een overzicht gegeven van onderzoekers en de door hen toegepaste methodiek gepubliceerd vanaf 1959.

Onderzoekers	Methodiek
Anderson, J. P., 1966.	Peak flow meter (low range): PEF
Anderson, D. O. et al., 1967.	Peak flow meter (low range): PEF
Beier, F. et al., 1966.	Spirometrisch: FEV ₁ en MMEF, MIFR, MEFR
Biersteker, K., 1969.	Peak flow meter (standaard): PEF
Bjore, J., 1963.	Spirometrisch: FEV ₁
Blackhall, M. I., 1970.	Spirometrisch: FEV ₁
Cherniak, R. M., 1962.	Spirometrisch: MMEF
Chiang, S. T. et al., 1965.	Peak flow meter (standaard): PEF
DeMuth, G. R. et al., 1965.	Spirometrisch: MMEF. Pneumotachografisch: PEF en PIF
Dugdale, A. E. et al., 1968.	Peak flow meter (standaard): PEF .Spirometrisch: FEV ₁
Harms, H. et al., 1969.	Peak flow meter (standaard en low range): PEF
Heaf, P. J. D. et al., 1962.	Peak flow meter (standaard): PEF Spirometrisch: FEV ₁
Lunn, J. E., 1965.	Peak flow meter (standaard): PEF. Spirometrisch: FEV ₁
Mearns, M. B., 1968.	Peak flow meter (standaard): PEF. Spirometrisch: FEV ₁
Milner, A. D. et al., 1970.	Peak flow meter (low range): PEF
Nairn, J. R. et al. 1961.	Peak flow meter (standaard): PEF
Rivera, L. M., 1962	Pneumotachografisch: PEF
Strang, L. B., 1959.	Spirometrisch: FEV ₁
Toyama, T., 1963.	Peak flow meter (standaard): PEF. Spirometrisch: FEV _{0,5} .
Watanabe, H., 1965.	Peak flow meter (standaard): PEF

2.2 De expiratoire flow

2.2.1 Historische ontwikkeling meetapparatuur

In het verleden heeft men getracht van de expiratoir- ventilatoire capaciteit een indruk te verkrijgen door patiënten te laten fluiten of door hen met geopende mond een kaars- of lucifersvlam te laten uitblazen.

Door Volhard werd in 1908 een methode aanbevolen om door 'palpatie' van de uitgeademde lucht een indruk te verkrijgen van de expiratoire capaciteit. Indien een gezond persoon tegen de hand van de onderzoeker met kracht uitademt, voelt hij een krachtige luchtstroom. Bij een emfysemateuze patiënt is deze luchtstroom slechts zeer zwak en neemt de onderzoeker 'nur ein warmes Lüftchen' waar.

Om de stroomsterkte van de geforceerde uitademing (Expirationsstoss) te meten werd door Volhard in 1908 de *Anemometer* geconstrueerd. Hiermede is het mogelijk om bewegingen van een metalen plaatje over te brengen op een gradenboog zodat luchtstromingen, die het plaatje in beweging brengen, geregistreerd kunnen worden. Bij gezonde personen zijn luchtstroomsterkten van 30-40 graden vastgesteld. Bij emfysemateuze patiënten is nauwelijks een uitslag waar te nemen.

In 1936 is op aanwijzingen van Hadorn de *Pneumo-ergometer* geconstrueerd. Met dit apparaat wordt de zijdelings uitgeoefende druk van de uitgeblazen

lucht gemeten door middel van een membraan die door de passerende lucht ingedrukt wordt. De beweging van de membraan wordt omgezet in een roterende beweging, die een wijzer langs een schaalverdeling verplaatst (dit is het drukdoos- of aneroïde manometerprincipe).

Gezonde mannen en vrouwen presteren gemiddelde waarden van 70–90, respectievelijk 60–80 'schaaldelen'. Bij emfyseem en astma bronchiale worden slechts 10–30 schaaldelen geregistreerd. Ook bij hartpatiënten met symptomen van longstuwing, bij oudere personen met een starre thorax en bij longtuberculose zijn lage waarden gevonden.

In 1937 is door Otto een apparaat geconstrueerd dat veel gelijkenis vertoont met de anemometer van Volhard. Bij dit apparaat wordt via een mondstuk, geblazen tegen een metalen plaatje dat om een as draaibaar en aan een veer bevestigd is. De draaiende beweging van het plaatje wordt door de as overgebracht op een beweeglijke schrijfstift, die de uitslag op registratie-papier registreert. Aangezien de beweging van de schrijfstift cirkelvormig is, wordt de uitslag in graden afgelezen. Bij astma en emfyseem patiënten zijn lage waarden van 5–10 graden gevonden waarbij ook behandelingsresultaten gevolgd zijn. Ook bij hartpatiënten met symptomen van longstuwing, bij tuberculose en pneumonie zijn verminderde waarden gevonden.

Zowel tegen zijn in 1936 geconstrueerde pneumo-ergometer als tegen het apparaat van Otto, had Hadorn verschillende bezwaren. In beide gevallen wordt luchtstroomenergie benut om een veer te spannen waarvan de bewegingen door een wijzer en schaalverdeling geregistreerd worden. De registratie wordt door beide instrumenten in schaaldelen en graden uitgedrukt. Aangezien deze instrumenten willekeurig geijkt zijn, berust deze registratie op geen duidelijk omschreven meetmethode. In feite behoort de expiratoire capaciteit uitgedrukt te worden in volume per tijdseenheid als maat voor stroomsterkte.

In 1942 werd door Hadorn een nieuw apparaat geconstrueerd: de *Pneumometer* waarmee de expiratoire capaciteit in liters per seconde kan worden aangegeven. Door toepassing van de 'Staublede' kan dit principe verwezenlijkt worden. Met de constructie van dit apparaat wordt bereikt dat de weerstand veroorzaakt door de Staublede, de stuwingsweerstand, geringer is dan de weerstand van de ademhalingswegen. Het meetbereik van dit instrument varieert van 0–8,5 l/sec. Bij gezonde mannen en vrouwen zijn pneumometerwaarden van 6–7 l/sec. respectievelijk 5–6 l/sec. geregistreerd.

Bij longemfyseem en astma bronchiale nemen pneumometerwaarden duidelijk af tot 3,0–2,0 l/sec. en zelfs nog lager. In de zwaarste gevallen is nauwelijks beweging in de wijzer te constateren. Bij stuwingslongen, longinfiltraten, longtuberculose, pleura-adhesies en longsilicose zijn pneumometerwaarden niet of zeer weinig verminderd. Verder hebben verminderde elasticiteit van borstwand en longweefsel een ongunstige invloed op pneumometerwaarden,

echter zijn er in die gevallen nimmer zulke lage waarden geregistreerd als bij emfyseem en astma bronchiale.

Door Wyss is in 1950 een nieuwe pneumometer geconstrueerd voortbouwende op het principe door Hadorn (1942) toegepast: de Staublende. Hiertoe is hij gekomen omdat de pneumometer van Hadorn niet voldoende gevoelig is hetgeen vermoedelijk veroorzaakt wordt door een te grote traagheid.

Achter de buis, waardoor maximaal ingeblazen wordt en waarin een Staublende is gemonteerd, bevindt zich een manometer waarvan de uitslagen fotografisch geregistreerd en afgelezen worden. Hierdoor wordt een grotere gevoeligheid en betere registratie bereikt.

Bij gezonde mannen zijn pneumometerwaarden geregistreerd van ongeveer 3,5–9,5 l/sec. in de leeftijden van 30–75 jaar. Bij gezonde meisjes en vrouwen zijn waarden gevonden van 3–7 l/sec. in de leeftijden van 10–25 jaar afnemende tot ongeveer 4,5 l/sec. op 75-jarige leeftijd.

In pneumometrie ziet Wyss een eenvoudige methode, welke ook tijdens spreekuuronderzoek, een inzicht geeft in weerstandsverhoudingen van het bronchiaal-systeem.

Bijzonder indrukwekkend zijn pneumometerbepalingen van emfyseem en astma patiënten, bij wie over het algemeen lage waarden worden gevonden. Na inhalatie van broncholytisch werkzame medicamenten bij bronchospastische toestanden tonen pneumometerwaarden een toename, welke bij gezonde personen niet aantoonbaar is.

Wright en McKerrow (1959) voeren als bezwaren tegen de pneumometer van Hadorn en Wyss aan, dat de weerstand in dit systeem hoog is: 32 cm water bij een flow van 500 l/min. De hoogst geregistreerde flow waarden met de pneumometer van Hadorn zijn ongeveer 500 l/min. Met de pneumometer volgens Wyss zijn de hoogst geregistreerde flow waarden 700 l/min. Ook zijn er geen voorzieningen bij het toestel van Hadorn getroffen om de uitslagen anders dan op het gezicht te registreren.

Ook hebben zij principiële bezwaren tegen de basismethode van de pneumometer volgens Hadorn en Wyss aangezien de Staublende hierbij wordt toegepast. Het nadeel hiervan is, dat de luchtdruk achter deze Staublende afneemt met het kwadraat van de diameter van de opening, met als resultaat dat hogere stromingssnelheden in belangrijke mate gereduceerd worden. Hierdoor worden registratie-mogelijkheden aanzienlijk beperkt.

In 1955 is door Hildebrandt een ander type pneumometer geconstrueerd. In wezen wordt hierbij ook gebruik gemaakt van een aneroïde manometer.

Door een buis van 12,7 cm lengte en 2,5 cm doorsnede wordt ingeblazen. Op het eind van deze buis is, rechthoekig hierop, een dunnere buis gemonteerd die met een rubber slang van 1 meter lengte verbonden is met een manometer waarop aflezing van de luchtstroomsterkte mogelijk is.

Gregg (1964) heeft dit instrument vergeleken met de peak flow meter volgens Wright. Hij komt tot de conclusie dat dit apparaat minder nauwkeurig is dan de Wright peak flow meter. Dit wordt veroorzaakt door de onnauwkeurige calibratie van de schaalverdeling waardoor men genoodzaakt is aflezingen schattenderwijs te verrichten. Voor researchdoeleinden kan Gregg deze pneumometer zeker niet aanbevelen.

In 1959 is de *Peak flow meter* volgens Wright geconstrueerd waarvan, na jarenlange beproeving van het prototype, eerst het standaardtype in gebruik genomen is. Het low-range type is eerst eind 1963 voor algemeen gebruik gereed gekomen. Dit laatste type is speciaal geconstrueerd voor kinderen van 5-6 jaar.

2.2.2 De peak flow meter volgens Wright

Constructie van de peak flow meter is gebaseerd op de mogelijkheid om maximale uitademhalingssnelheden direct te meten. Hierbij is van het principe uitgegaan de maximale uitademingssnelheid als een op zichzelf staand fysiologisch gegeven te beschouwen met een eigen betekenis.

Wright en McKerrow (1959) zien twee belangrijke redenen om de maximale expiratoire snelheid zo nauwkeurig mogelijk te meten:

- 1 Hoe hoger de maximale waarden zijn, die door gezonde personen worden bereikt, hoe beter onderscheid kan worden gemaakt met lagere waarden van personen met expiratoire afwijkingen.
- 2 De maximale expiratie-snelheid is gemakkelijk te definiëren en te interpreteren.

Zij menen dat in de respiratoire fysiologie veel bepalingen worden verricht, die beïnvloed zijn door eigenschappen van het instrument en inzichten van de laboratoria waar zij ontworpen zijn. Daarom is het zeer wenselijk om over waarnemingsmethoden te beschikken, die duidelijk en absoluut gedefinieerd zijn, zodat deze methoden overal en te allen tijde geldig zijn.

De peak flow meter bestaat uit een cilindervormige doos (fig. 2.2) met een diameter van 12,7 cm, een hoogte van 5,8 cm en een gewicht van ongeveer 900 gram.

Door een inblaasopening met mondstuk (1), voorzien van een metalen zeefje, kan lucht worden ingeblazen die via een cirkelvormige spleet (2) in één van de zijwanden kan ontwijken. Aan de zijde van het mondstuk is de ruimte afgesloten door een vaan (3), die in rusttoestand door een veer (4) tegen een pal (5) bij de inblaasopening wordt gefixeerd. Bij luchtinblazing wijkt de vaan, draaiend om een as in het midden van de cilinder, uit tegen de weerstand van de veer in waardoor een gedeelte van de opening in de wand vrijkomt.

De maximale uitslag van de vaan en daarmee de maximale grootte van de

opening in de wand, wordt bereikt als de druk van de ingeblazen lucht in evenwicht is met de tegenwerkende kracht van de veer. De per tijdseenheid doorstromende lucht is dan maximaal.

De draaiing van de vaan is af te lezen door middel van een wijzer (6) op de buitenkant van de trommel. Een blokkeringsmechanisme fixeert vaan en wijzer na elke ademstoot in uiterste stand waardoor peak flow waarden nauwkeurig kunnen worden afgelezen.

Omdat de tegenwerkende kracht van de veer toeneemt naarmate de uitslag groter is, wordt de weerstand $10 \times$ zo groot over het gehele meetbereik van 100–1000 l/min. (Wright et al., 1959). Daarom wijkt de vaan bij grote snelheid van de luchtstroom in verhouding minder uit dan bij kleinere luchtstroomsnelheden. De afstand tussen de strepen van de schaalverdeling neemt daarom af naarmate peak flow waarden toenemen.

De peak flow waarde is per definitie de hoogste flow-waarde gedurende tenminste 1/100 seconde op het hoogste niveau van de uitademingssnelheid.

Pneumotachografisch kan de uitademing geregistreerd worden (fig. 2.3). In de top van dit uitademhalingsdiagram wordt de 'peak flow rate' op het hoogste niveau afgelezen gedurende een periode van 1/100 sec.

Er zijn twee uitvoeringen van peak flow meters: het standaardtype waarmee waarden van 60–1000 l/min. kunnen worden afgelezen en het low range type, dat bestemd is voor kleuters, met registreerbare waarden van 20–200 l/min.

Ijking van dit instrument is oorspronkelijk verricht zowel door middel van constante als door onderbroken luchtstromingen van bekende snelheden. Dit is bereikt door vergelijking van serie-waarnemingen met de rota-meter en de pneumotachograaf. Dit zijn mechanische ijkingmethoden.

Ook is ijking verricht met behulp van uitblaassnelheden van personen, zodat ijking ook op een 'fysiologische' wijze plaats gevonden heeft. Hiervoor zijn van 20 gezonde mannen en vrouwen van 15–69 jaar en van 10 gezonde kinderen, jongens en meisjes van 5–11 jaar, peak flow waarden bepaald. Ook zijn peak flow bepalingen verricht van 20 mannelijke patiënten, lijdende aan pneumoconiosis. Na $2 \times$ geoefend te hebben bliezen bovengenoemde personen $3 \times$ beurtelings door pneumotachograaf en peak flow meter, waarbij de volgorde van inblazingen na elke persoon verwisseld werd.

In het algemeen wordt de nauwkeurigheid van dit instrument op 5% gesteld. De stabiliteit van 6 instrumenten is onderzocht na een jaar gebruikt te zijn. Bij dit onderzoek zijn op alle 6 instrumenten peak flow waarden gemeten van 17 personen. Zo is op elke peak flow meter een serie van 17 waarnemingen verricht terwijl van ieder persoon peak flow waarden op ieder van de 6 instrumenten kan worden vergeleken. Hierbij is gebleken dat het grootste verschil in peak flow waarden, door deze 6 instrumenten geregistreerd, 48 l/min. bedraagt.

2.2.3 Toepassingen peak flow onderzoek

Uit de literatuur blijkt dat de peak flow meter voor verschillende toepassingen in aanmerking kan komen.

- 1 Dagelijks vervolgen van de mate van bronchus-obstructie bij patiënten met astma bronchiale en recidiverende bronchitis (Heaf et al., 1962; Gregg, 1964; Limburg, 1968).
- 2 Meten van het effect van bronchodilatoria bij patiënten met astma bronchiale (El-Shaboury, 1964; Gregg, 1964; Pickworth et al., 1965; Hoffbrand et al., 1966).
- 3 Meten van het effect van cortico-steroiden (Gregg, 1964) bij astmapatiënten en het effect van penbritine bij patiënten met chronische bronchitis (Murray, 1964).
- 4 'Screenen' van grote groepen personen op eventueel voorkomende respiratoire aandoeningen van obstructieve aard – ook in verband met luchtverontreiniging – (College of General Practitioners, 1961 – Toyama, 1964; Watanabe, 1965; Kamat et al., 1967; Biersteker et al., 1969; Holland et al., 1969; Taylor, 1970).
- 5 Onderzoek van de invloed van rookgewoonten op de expiratoire capaciteit (Tinker, 1961; Read et al., 1961; College of General Practitioners, 1961; Zamal et al., 1963; Gregg, 1964; Holland et al., 1969).

Andere, meer specifiek gerichte onderzoeken met de peak flow meter, zijn eveneens in de literatuur vermeld:

Palmer (1961) selecteerde patiënten, die in aansluiting op buikoperaties, kans hadden op longcomplicaties.

Parbrook et al. (1964) hebben peak flow bepalingen verricht voor een onderzoek naar analgetica tegen post-operatieve pijn. Het resultaat was onbevredigend.

2.2.4 Waarde van peak flow onderzoek

Over de waarde van peak flow onderzoek ten opzichte van andere methodieken bestaat verschil van opvatting.

Lockhart et al. (1960) menen dat expiratoire condities evengoed weergegeven kunnen worden door peak flow onderzoek als door onderzoek met alle conventionele apparatuur.

Gregg (1961) heeft het gebruik van de peak flow meter aanbevolen voor artsen in de algemene praktijk. Het bestaan van obstructieve aandoeningen van de luchtwegen is ook aantoonbaar wanneer er geen andere symptomen te vinden zijn bij lichamelijk onderzoek.

The College of General Practitioners (1961) meldt dat peak flow bepalingen van nut zijn bij het onderzoek van de ventilatoire capaciteit.

Prime et al. (1962) hechten meer waarde aan peak flow bepalingen dan aan het bepalen van de 1-sec. capaciteit van het luchtvolume bij maximale expiratie.

Fairbairn et al. (1962) stelden vast dat peak flow bepalingen redelijk goed correleren met andere indices van ventilatoire functies.

Flint et al. (1962) menen dat er met peak flow onderzoek onderscheid gemaakt kan worden tussen respiratoire- en cardiale dyspnoe.

Bodman (1963) beschouwt peak flow bepalingen van waarde om nuttige informatie te verkrijgen over te verwachten gedragingen van een patiënt gedurende narcose en anesthesie.

Leiner et al. (1963) stellen dat peak flow bepalingen spirometrische bepalingen van vitale capaciteit en 1-sec. capaciteit niet kunnen vervangen. De maximale expiratoire peak flow waarde is een nieuwe parameter van longfunctie-onderzoekingen.

Kazemi et al. (1966) menen op grond van onderzoek bij 461 patiënten, waarvan de meesten long- en/of hartaandoeningen hadden, dat peak flow bepalingen nuttig zijn om obstructieve ventilatoire stoornissen op te sporen. Deze methode is in het bijzonder van waarde bij ernstig zieken en bij patiënten, die herstellende zijn na zware operaties. Ook blijken peak flow bepalingen duidelijker aanwijzingen te geven van obstructieve stoornissen dan de 1-sec. capaciteit.

Kamat et al. (1967) zien het nut van de peak flow meter ook voor betrouwbaar longfunctie-onderzoek van bevolkingsgroepen te velde. In tropische omstandigheden, als in India, dient de peak flow meter echter met grote zorg behandeld te worden. Voor gebruik te velde is dit apparaat een voldoende betrouwbaar instrument gebleken.

Dugdale et al. (1968) zijn voorstanders van peak flow onderzoek met name bij kinderen. Zij stellen: 'No clinician would manage a patient with potential renal failure without laboratory aids, even if it were only an estimation of the blood-urea, but he would seldom give children with potential respiratory failure the benefit of the simplest functional studies.'

Limburg (1968) beschouwt dit instrument als zeer nuttig voor de praktijk. Zowel de expiratoire peak flow als de 1-sec. capaciteit zijn een maat voor veranderingen in het bronchuskaliber. De aanwezigheid van obstructies en veranderingen daarvan, die eventueel optreden onder invloed van bronchodilatoria, kunnen aangetoond worden.

Wiltink et al. (1969) menen dat het meten van de peak flow als een redelijk bruikbare maatstaf beschouwd kan worden voor beoordeling van de mechanische longfunctie bij door hen onderzochte patiënten. Als onderdeel van algemeen lichamelijk onderzoek kan het bepalen van peak flow waarden van nut

zijn, maar het kan niet in de plaats gesteld worden van het conventionele longfunctie-onderzoek.

Tammeling et al. (1969) hebben de uitkomsten van de peak flow meter volgens Wright vergeleken met die van spirometrie en pneumotachografie bij een klinisch, poliklinisch en epidemiologisch onderzoek. Zij komen tot de conclusie dat de peak flow meter informatie geeft omtrent longfunctiestoornissen en als meetinstrument aanvaardbaar is bij bevolkingsonderzoek, bij het poliklinisch of thuis volgen van patiënten en bij medicamentenonderzoek, mits de metingen deskundig worden uitgevoerd en bij eventuele stoornissen een nader onderzoek wordt ingesteld.

Andere meningen zijn o.a. gebaseerd op de overweging, dat de peak flow meter als diagnostisch hulpmiddel onbruikbaar zou zijn. Grote spreiding van peak flow waarden van gezonde personen veroorzaakt moeilijkheden bij de beoordeling wanneer peak flow waarden als afwijkend moeten worden beschouwd (Heaf et al., 1962-Jackson, 1961). Heaf meent ook dat peak flow onderzoek van meer waarde is om de mate van veranderingen aan te geven bij een bepaalde patiënt, dan om als absolute maatstaf te dienen van de ventilatoire capaciteit.

Pickworth et al. (1965) laten zich in die zelfde geest uit en zien de waarde van de peak flow meter meer in de mogelijkheid om hiermede vast te stellen, hoe een patiënt op een therapie reageert.

Bates (1960) stelt dat het nog niet bewezen is dat bepaling van peak flow waarden op een bevredigende wijze in de plaats kan treden van spirometrische bepalingen van de vitale capaciteit en 1-seconde waarden.

Bouhuys (1960) trekt eveneens de waarde van peak flow metingen in twijfel, aangezien peak flow bepalingen van dezelfde persoon grotere variaties zouden tonen dan spirometrische bepalingen van 1-sec. waarden en vitale capaciteit. Hierbij wijst hij op een onderzoek van Bovet (1959), die een variatiecoëfficiënt van 4-8% voor pneumotachografisch bepaalde peak flow waarden vond tegenover een variatiecoëfficiënt van 1,5-3% voor spirografisch gemeten 1-sec. waarden.

Shephard (1962) wijst ook op grote variaties van peak flow waarden van gezonde personen uit één populatie terwijl ook grote verschillen van gemiddelde peak flow waarden tussen verschillende populaties waargenomen zijn. Hij wijst op het onderzoek van Lockhart et al. (1960), die een gemiddelde peak flow waarde van 537 l/min. vonden bij 105 personen uit één populatie behorende tot de 'hospital-staff and symptom-free flaxworkers of unspecified' age en stelt daartegenover het onderzoek van Tinker (1961) met gemiddelden van 622 l/min. bij een leeftijd van 30-40 jaar, die tot 517 l/min. dalen op een leeftijd van 55-59 jaar. Tinker verrichtte dit onderzoek onder mannen, die werkten op een reparatiewerkplaats van een busdienst.

Naar aanleiding hiervan dient vermeld te worden dat McNeill (1963) bij een onderzoek van 52 gezonde mannen en 47 gezonde vrouwen ook een daling van peak flow waarden waargenomen heeft naarmate de leeftijd hoger is. Volgens Shephard (1962) correleren peak flow waarden significant met lichaamslengte en lichaamsoppervlakte, maar niet met leeftijd.

De variatie-coëfficiënt is volgens Shephard (1962) een belangrijke factor, die bepalend is voor de diagnostische waarde van elke test. Hij meent dat peak flow waarden afhankelijk zijn van de homogeniteit van de onderzochte populatie en dat waarschijnlijk de variatie-coëfficiënt van peak flow waarden hoger is dan van 1-sec. waarden.

Samenvattend blijkt uit de literatuur dat:

- 1 Er een grote spreiding van peak flow waarden van gezonde personen voorkomt in een populatie. Hierdoor wordt afgrenzing ten opzichte van pathologisch afwijkende waarden bemoeilijkt.
- 2 Als diagnostisch hulpmiddel voor bepaalde ziekten de peak flow meter niet bruikbaar is, evenmin als de gebruikelijke spirografische methode.
- 3 Peak flow waarden alleen de aanwezigheid van obstructieve processen in de ademhalingswegen vaststellen, welke afwijkingen met deze methode ook aantoonbaar zijn zonder manifeste symptomen.
- 4 Peak flow waarden van betekenis zijn om individuele veranderingen van de expiratoir- ventilatoire capaciteit na te gaan vóór en na toediening van bronchodilantia.
- 5 Bij gezonde personen peak flow waarden afnemen naarmate de leeftijd hoger is.
- 6 Peak flow onderzoek niet in de plaats kan treden van spirometrisch longfunctie-onderzoek.
- 7 Voor epidemiologisch onderzoek peak flow bepalingen van betekenis kunnen zijn ter vaststelling van de invloed van luchtverontreiniging op het respiratoire systeem.
- 8 Peak flow onderzoek van betekenis kan zijn voor vroege detectie van obstructieve longaandoeningen, zoals bij vroege stadia van chronische bronchitis.
- 9 Peak flow onderzoek als 'bed-side' methode bij patiënten aangewezen is om obstructieve longaandoeningen aan te tonen.
- 10 De variatie-coëfficiënt van peak flow waarden groter is dan van spirografisch bepaalde 1-sec. waarden.

2.2.5 Factoren, die peak flow bepalingen beïnvloeden

Bij peak flow onderzoek dient rekening gehouden te worden met een aantal factoren, die gelegen kunnen zijn bij de onderzoeker, de onderzochte persoon of het instrument.

De *onderzoeker* dient geheel op de hoogte te zijn van de mogelijkheden van het instrument en een duidelijk begrip te hebben van de fysiologische achtergrond van iedere test zodat hij op de juiste wijze testmetingen kan beoordelen (Bishop, 1960).

Zoals uit een onderzoek van Fairbairn (1962) blijkt, waren artsen in staat om proefpersonen tot hogere peak flow prestaties op te voeren dan verpleegsters, die aan hetzelfde onderzoek deelnamen, omdat artsen beter maximale prestaties konden onderscheiden van geringere en ook omdat zij blijkbaar meer overwicht hadden op proefpersonen.

Tijdens een nationale survey in Engeland stelde de College of General Practitioners (1961) vast, dat artsen zonder ervaring met de peak flow meter lagere gemiddelde peak flow waarden vonden dan Higgins en Tinker in dezelfde survey eerder verricht.

Van de *te onderzoeken persoon* moet volledige coöperatie verwacht worden. Dit geldt zowel voor volwassenen als voor kinderen. Vooral bij kleuters is dit in een aanzienlijk percentage niet mogelijk. 'Hierdoor is er een kloof tussen indicatie en uitvoerbaarheid bij kleuters' aldus Limburg (1968).

Het spreekt vanzelf dat de proefpersoon steeds aangemoedigd moet worden tot optimale prestaties en vooral bij kinderen mag het wedstrijdement niet ontbreken. Bij kinderen is de psychische gesteldheid tijdens het onderzoek van groot belang.

Anderson, J. P. (1966) heeft de indruk, dat extroverte intelligente kinderen de beste resultaten leveren. Deze resultaten worden bereikt 'if they have empty bladders, no nasal discharges and not awaiting their lunch nor their booster of triple vaccin.'

Uit het onderzoek van Fairbairn (1962) is gebleken dat vrouwen minder adequaat reageren dan mannen.

Peakflowmetrische bepalingen worden sterk beïnvloed door verschillende persoonlijke factoren. Dat hierdoor deze methode, evenals spirografische bepalingen, aan objectiviteit inboet, wordt vaak als argument aangevoerd in het nadeel van deze methode. Maar, zoals Bouhuys (1963) voor wat betreft de spirografie opmerkt: 'is dit slechts ten dele waar, zoals iedereen met persoonlijke ervaring van spirografie leert.'

Ook is van belang dat ieder proefpersoon op de juiste wijze in de peak flow meter blaast. Dit behoort te geschieden met de lippen vastgesloten om het mondstuk zodat er geen lucht ontwijken kan (anders worden te lage waarden bereikt). Ook mag de tong de ingang van het mondstuk niet voor een deel afsluiten omdat hierdoor dan het 'perslucht' effect optreedt en de gepresteerde waarden dan veel te hoog uitvallen. Te hoge waarden worden ook veroorzaakt door gedeeltelijke vernauwing van de glottis gedurende een kort ogenblik. Hierdoor wordt de lucht in het mondstuk gehoest. Hetzelfde treedt op als met opgeblazen wangen geblazen wordt omdat dan de uitademingskracht nog

verhoogd wordt door de uitdrijvende kracht van de mondspieren. Op deze foutenbronnen worden door verschillende onderzoekers gewezen o.a. door Hadorn (1942) en Anderson, J. P. (1966).

In de peak flow meter kunnen *defecten* ontstaan waardoor foutieve waarden geregistreerd worden.

Gregg (1964) constateert dat soms onjuiste aflezingen door de meter zelf veroorzaakt worden. Na langdurig gebruik treedt in de peak flow meter teveel condensatie van de ingeblazen lucht op waardoor de instelling verandert. Daarom adviseert hij het instrument iedere 6 maanden te laten herijken.

Ook Shephard (1962) noemt als technische fout van de peak flow meter dat bij herhaald gebruik zoveel vocht in de meter condenseert, dat de vaan afgeremd wordt. Na ongeveer 1000 metingen toonde de vaan, tijdens zijn onderzoek, een zodanige afwijking dat de peak flow meter gerepareerd moest worden.

Kamat et al. (1967) is opgevallen dat de Wright peak flow meter met grote zorg in een tropisch-vochtige omgeving gehanteerd moet worden. Fouten in registratie treden op waardoor lagere waarden aangegeven worden welke tot 100-150 l/min. minder kunnen bedragen. In bergachtige streken zou dit effect eerder optreden. Ter voorkoming hiervan is het nodig om, na gebruik, droge lucht door de meter te voeren.

Fouten in registratie zijn het gevolg van het ontsteld raken van de veer welk defect opgeheven kan worden door de veer opnieuw in te stellen.

2.2.6 Andere methoden ter bepaling van de expiratoire flow met de peak flow meter volgens Wright

Met 'peak flow waarden' worden in het algemeen maximale expiratoire flow waarden bedoeld (in Engeland aangeduid als: maximal expiratory flow rate = MEFR) waar, na een maximale inspiratie een snelle en maximale expiratie volgt. Hierbij begint de uitademing vanuit de maximale inspiratie-stand.

Ook is het mogelijk om met de peak flow meter vanuit de normale inademiingsstand en vanuit normale expiratie-stand met daarop volgende maximale expiratie, peak flow waarden vast te stellen.

Zodoende kunnen er drie verschillende uitademingssnelheden bepaald worden:

- 1 De maximale expiratoire flow (na maximale inspiratie een maximale expiratie).
- 2 Na een normale inspiratie een maximale expiratie.
- 3 Vanuit normale expiratie-stand een maximale expiratie.

Bij elk van deze drie uitademingsmogelijkheden worden verschillende longvolumina benut, namelijk:

- ad 1: Ademhalingsvolume (tidal volume) + in- en expiratoire reserve-volume = vitale capaciteit.
 ad 2: Ademhalingsvolume + expiratoir reserve-volume.
 ad 3: Expiratoir reserve-volume.

Aangezien kracht en massa, in de ademhalingssituatie aangeduid als alveolaire druk en longvolume, bij de drie bovengenoemde mogelijkheden in verhouding afnemen, zullen er ook verschillen in flowwaarden optreden.

De maximale expiratoire flow ontstaat door het grootste ademvolume en de hoogste alveolaire druk (spanning). Deze zijn het geringst bij de 3de mogelijkheid.

Shephard (1961) heeft flow waarden bepaald bij 22 personen vanuit de normale inspiratie-stand (2) waarbij hij significant lagere peak flow waarden vond met een grotere variatie-coëfficiënt dan MEFR-waarden.

2.2.7 Correlatie-coëfficiënten

De relatie tussen maximale expiratoire flow van kinderen en biologische parameters als leeftijd, lengte en gewicht, is door enige onderzoekers vastgesteld (tabel 2.1).

Hieruit blijkt dat spirometrisch door Strang (1959), Cherniak (1962) en Rivera et al. (1962) naar lengte de hoogste correlatie-coëfficiënten gevonden zijn.

Door Anderson et al. (1967) zijn zeer lage correlatie-coëfficiënten gevonden tussen PEF-waarden en bovengenoemde variabelen. Dit kan veroorzaakt zijn door onderzoek van zeer jonge kinderen. Naar lengte zijn ook hier de correlatie-coëfficiënten het hoogst.

2.3 *Epidemiologie van astma bronchiale en chronische bronchitis bij schoolkinderen.*

2.3.1 Kinderen op gewone scholen

Gegevens over het aantal lijdende aan astma bronchiale zijn schaars en de getallen lopen zeer uiteen (Orie, 1960).

Doeleman (1957) vond uit gegevens van een landelijk enquête-onderzoek verricht in 1950-1952 bij kinderen van 6-14 jaar, dat bij jongens astma bronchiale voorkomt in 8,6‰ en bij meisjes in 3,9‰ van het totaal aantal geënquêteerde gevallen. Tezamen gemiddeld 6,4‰. Chronische bronchitis komt bij jongens in 2,8‰ en bij meisjes in 2,1‰ voor. Tezamen bij jongens en meisjes bij gemiddeld 2,5‰.

Bij dit enquête-onderzoek vond Doeleman bij 10 schoolgeneeskundige diensten (gemiddelde groep I) gemiddeld 3,3‰ astma en 0,9‰ bronchitis.

Bij 19 schoolgeneeskundige diensten (gemiddelde groep II) gemiddeld 7,5 ‰ astma en 2,2 ‰ bronchitis en bij 11 schoolgeneeskundige diensten (gemiddelde groep III) gemiddeld 15,3 ‰ astma en 7,5 ‰ bronchitis.

De schoolartsendiensten zijn hier in 3 groepen verdeeld (gemiddelde groepen I, II en III), zodat de groep met hoge en met lage gemiddelden ieder één kwart van de diensten omvat terwijl in de middengroep de helft van de 40 diensten is begrepen.

Bij een Rotterdamse steekproef-onderzoek in 1968 vond Kerrebijn (1969) bij 6-jarige kinderen 10% en bij 11-jarige kinderen 6% met astma bronchiale en chronische bronchitis in de anamnese.

Uit verschillende jaarverslagen van gemeentelijke- en districts-schoolgeneeskundige diensten is door ons nagegaan in hoeverre astma en chronische bronchitis, opgegeven door deze diensten, onder schoolkinderen voorkomt. Hieromtrent zijn gegevens verzameld betreffende het voorkomen van deze aandoeningen bij schoolkinderen in afzonderlijke gemeenten in de jaren 1964 en 1965 verdeeld over de leeftijdsgroepen:

- a kleuterschool-leeftijd van 4,0- < 6,0 jaar (K.O.).
- b lagereschool-leeftijd van 6,0- < 12,0 jaar (G.L.O. en B.L.O.).
- c van 12 jaar en ouder bij het voortgezet onderwijs (V.O.).

De jaren 1964 en 1965 zijn gekozen aangezien van deze verslagjaren de meeste gegevens tot onze beschikking stonden en omdat gedurende twee opeenvolgende jaren de kans zeer gering is dat dezelfde kinderen medegeteld worden aangezien schoolgeneeskundig onderzoek gewoonlijk met een tussenperiode van één jaar of meer bij dezelfde kinderen verricht wordt.

Ook dient hierbij nog vermeld te worden, dat vanaf 1 januari 1966 astma bronchiale en chronische bronchitis niet meer als diagnoses behoeven voor te komen in jaaroverzichten van schoolgeneeskundige diensten, zoals door de geneeskundige Hoofdinspectie is bepaald.

Deze gegevens zijn in 1964 aan 11 diensten, in 1965 aan 14 diensten ontleend (tabel 2.2).

Het gemiddelde jaarpercentage astma bronchiale over alle leeftijden blijkt in 1964 0,50% en in 1965 0,41% te zijn. Het gemiddelde jaarpercentage chronische bronchitis blijkt in 1964 evenals in 1965 0,62% te zijn bij een totaal van 100.344 onderzochte kinderen in 1964 en 103.291 onderzochte kinderen in 1965 (tabel 2.3).

Afgezien van het B.L.O. wordt de indruk gewekt, dat er bij V.O.-leerlingen minder astma en chronische bronchitis voorkomt dan bij K.O.- en G.L.O.-kinderen.

In vergelijking met het onderzoek van Doeleman (1957) komen er in bovengenoemde schoolgeneeskundige diensten in 1964 en 1965 minder astmatische kinderen voor, echter meer kinderen met chronische bronchitis. (Doeleman:

astma bij jongens en meisjes van 6-14 jaar gemiddeld 6,4‰ en chronische bronchitis bij jongens en meisjes van 6-14 jaar tezamen gemiddeld 2,5‰).

Deze percentages zijn echter, zowel van Doeleman (1957) als van bovengenoemde 11 en 14 schoolgeneeskundige diensten in 1964 en 1965, beduidend lager dan door Kerrebijn (1969) gevonden percentages bij het Rotterdamse steekproef-onderzoek hetwelk anamnestiche astma en chronische bronchitis omvatte bij 6- en 11-jarige schoolkinderen. Echter komen (zoals wij later zullen zien) de percentages van Kerrebijn (1969) wel in grote mate overeen met percentages van Leidse- en Hilversumse schoolkinderen met anamnestiche en manifeste astma en chronische bronchitis (hoofdstuk 4).

2.3.2 Kinderen op openluchtscholen (buitenscholen)

Tot plaatsings-indicaties op openluchtscholen behoren o.a. astma, astmatische bronchitis en recidiverende bronchitis. Echter lopen deze indicaties over het gehele land nogal uiteen (Sajet, 1962). Volgens Sajet wordt in Tilburg, Rotterdam en Den Haag het grootste gedeelte van deze kinderen gevormd door kinderen met astmatische bronchitis.

‘Historisch gezien is het van belang om op te merken, dat het kernprobleem van de openluchtscholen verschoven is van het tuberculeuze kind naar het kind met astma’ (Mulder 1962).

Eerelman (1962) stelt dat de taak van de schoolarts van de buitenschool o.a. omvat: periodiek medische controle der kinderen ten minste vier maal per jaar, waarbij overleg met behandelend huisarts, kinderarts en andere medische specialisten bij voortduring nodig is en ook, dat bij beoordeling tot terugplaatsing van deze kinderen op gewone scholen, de schoolarts een adviserende functie heeft.

Aangezien beoordeling van een kind op openluchtscholen enige malen per jaar dient plaats te vinden in het kader van periodiek systematisch onderzoek, kunnen deze beoordelingen ondersteund worden, voor wat betreft de expiratoir- ventilatoire capaciteit, door peak flow bepalingen, die herhaald toegepast bij hetzelfde kind, een betere indruk geven van de mate van het verloop van obstructieve processen van de luchtwegen.

Door de adem-therapeute, werkzaam aan één der Amsterdamse openluchtscholen, wordt de peak flow meter gebruikt als hulpmiddel om te beoordelen of haar therapie resultaten heeft bij astma- en bronchitiskinderen (volgens mededeling van de Directeur der GG en GD van Amsterdam).

Een algemeen overzicht van het voorkomen van astmatische- en recidiverende bronchitis op enige openluchtscholen geeft tabel 2.4 waarvan de gegevens hierin verwerkt, afkomstig zijn van de Directeuren GG en GD.

3 EVALUATIE VAN DE METHODIEK

Voor beoordeling van de nauwkeurigheid van peak flow meters kunnen twee methoden toegepast worden:

- a Vergelijking van resultaten van verschillende personen, die allen door een aantal peak flow meters blazen.
- b Mechanische ijking door middel van ingestelde peak flow waarden.

De eerste methode (a) kan een 'fysiologische' methode genoemd worden, de tweede methode (b) is een exactere methode waardoor een objectieve indruk verkregen wordt van peak flow registraties over het gehele meetbereik van de peak flow meters.

3.1 *Literatuur*

Wright en McKerrow (1959) pasten voor het ijken van peak flow meters naast mechanische methoden ook de 'fysiologische' methode toe, waarbij gebruik gemaakt werd van een aantal proefpersonen in leeftijd variërende van 4 jaar tot de volwassen leeftijd. Hieronder bevonden zich ook een aantal patiënten met ernstige aandoeningen van de ademhalingswegen.

Tot de mechanische methode behoren ijkingen door middel van 'steady flow calibration' en 'transient flow calibration' waarbij respectievelijk gebruik gemaakt werd van constante en onderbroken luchtstroomsnelheden.

Ook werd de bestendigheid van peak flow meters onderzocht volgens de 'fysiologische methode' waarbij 17 personen beurtelings op 6 peak flow meters bliezen. Deze apparaten waren een jaar in gebruik geweest.

Heaf et al. (1962) gebruikten een peak flow meter hen door Wright verstrekt, welke door middel van een pneumotachograaf geijkt was.

Murray et al. (1963) gebruikten steeds dezelfde peak flow meter voor het gehele onderzoek. Dit apparaat was ten opzichte van een elektrische manometer geijkt waarbij door een gezond persoon inblazingen zijn verricht.

Anderson, D. O. et al. (1967) gebruikten twee peak flow meters in een epidemiologische survey bij kinderen in drie plaatsen. Door de leverancier

van deze instrumenten zijn deze apparaten vóór gebruik eerst geijkt en daarna herijkt volgens niet nader omschreven methodiek.

Limburg (1968) gebruikte voor zijn onderzoek steeds dezelfde peak flow meter. Wat de ijking betreft, paste hij een methode toe, die ook door anderen is aangewend zoals door Gregg (1964) namelijk door er af en toe zelf door te blazen.

Tammeling et al. (1969) beproefden de nauwkeurigheid van de door hen gebruikte peak flow meter door een pneumotachograaf volgens Fleisch in serie te schakelen met hun peak flow meter. Hieruit is gebleken dat in het gebied van grote stroomsterkten peak flow waarden vrijwel overeenkomen met maximale stroomsterkten aangegeven door de pneumotachograaf.

De *herhaalbaarheid* (repeatability) van resultaten verkregen met de peak flow meter is door Lunn (1965) onderzocht bij 83 jongens en 90 meisjes van 9-11 jaar. Dit onderzoek is verricht als voorbereiding voor een onderzoek naar standaard peak flow waarden bij schoolkinderen in Sheffield.

Hij verrichtte dit onderzoek gedurende 12 weken en verkreeg van 90% van de kinderen acht en meer peak flow waarden van elk kind. Hierbij is een gemiddelde variatie-coëfficiënt van 7,4% voor jongens en van 8% voor meisjes gevonden. Dit komt overeen, zoals later blijken zal (hoofdstuk 4), met individuele variatie-coëfficiënten van Hilversumse schoolkinderen.

3.2 Apparatuur

3.2.1 Vergelijking van peak flow meters

3.2.1.1 Leidse apparatuur

Het eigen standaardtype peak flow meter is met twee, door de leverancier in bruikleen gegeven, peak flow meters van hetzelfde type vergeleken.

Voor dit onderzoek bliezen 39 kinderen van het voortgezet onderwijs en 17 kinderen van het gewoon lager onderwijs op de eigen peak flow meter en op de beide andere apparaten. Beurtelings is tijdens deze beide series van onderzoeken op beide instrumenten in omgekeerde volgorde geblazen waarbij verschillen in aflezing tussen beide peak flow meters vergeleken zijn.

Van verschillen in registraties zijn gemiddelde verschillen en standaardafwijkingen (=s.d.) bepaald. Het eigen apparaat registreerde gemiddeld 30 l/min. (s.d. = 8,7) respectievelijk 22,9 l/min. (s.d. = 15,3) minder dan de beide andere apparaten, die nieuw en tot dusverre ongebruikt waren. Het eigen apparaat was gedurende deze beide tests ongeveer drie, respectievelijk 6 maanden in gebruik geweest.

Het standaardtype is ook vergeleken met het low range type. Aan dit onderzoek is deelgenomen door 15 kinderen van 4-6 jaar. Deze kinderen blie-

zen door beide meters niet meer dan 200 l/min. zodat onderlinge vergelijking mogelijk was.

Hierbij is door de kinderen eveneens beurtelings in omgekeerde volgorde op beide meters geblazen. Hierdoor werden leer-effect en vermoeidheidsfactoren gelijkmatig over alle waarnemingen verspreid.

De low range peak flow meter registreerde $8 \times$ hoger en $6 \times$ lager dan het standaardtype. Slechts $1 \times$ registreerden beide meters dezelfde waarden. Het standaardapparaat registreerde gemiddeld 2.0 l/min. (s.d. = 19,0) hoger dan het low range type.

Deze resultaten komen overeen met uitkomsten van een overeenkomstig onderzoek verricht door Anderson, J. P. (1966).

3.2.1.2 *Hilversumse apparatuur*

De voor het onderzoek van Hilversumse schoolkinderen gebruikte standaard en low range peak flow meters zijn onderling vergeleken. Dit zijn andere apparaten dan gebruikt voor het Leidse onderzoek.

Evenals in Leiden is door jongens en meisjes van 5-6 jaar telkens in omgekeerde volgorde door de beide meters geblazen.

Hierbij is gebleken dat 16 jongens en 16 meisjes gemiddeld respectievelijk 34 l/min. en 49 l/min. hoger op het standaard type bleven. Gemiddeld wees de standaard peak flow meter bij alle 32 kinderen 42,1 l/min. (s.d. = 20,1) meer aan dan de low range peak flow meter.

3.2.2 *Ijking van peak flow meters*

Tot mechanische ijking is besloten om een duidelijker inzicht te verkrijgen in de mate van nauwkeurigheid van de gebruikte apparatuur.

Behalve de in Leiden en Hilversum gebruikte apparaten zijn een aantal peak flow meters geijkt van het astmacentrum 'Heideheuvel' in Hilversum, verder peak flow meters van het Consultatie-Bureau voor Tbc. Bestrijding te Hilversum en Bussum en peak flow meters van het astmacentrum 'Bos en Heide' te Blaricum. Ook is de peak flow meter van de bedrijfsgeneeskundige dienst van de GG en GD te Hilversum geijkt. Door de Firma Laméris te Utrecht zijn twee ongebruikte apparaten voor dit doel ter beschikking gesteld: een standaard- en low range peak flow meter.

In totaal zijn 17 standaard- en 3 low range peak flow meters mechanisch geijkt ten opzichte van ingestelde peak flow waarden.

Deze ijkingen zijn verricht in het laboratorium van de afdeling fysica van het NIPG-TNO te Leiden.*

Met behulp van een zuigerspomp-installatie is het mogelijk om sinusoïde

* De Heer: J. Bleeker, wetenschappelijk medewerker van deze afdeling heeft de ijkingen verricht.

luchtstroomstoten van bekende maximum-snelheid door peak flow meters te voeren. Ingestelde peak flow waarden kunnen dan vergeleken worden met waarden geregistreerd door peak flow meters (Intern Rapport NIPG-TNO).

De te ijken peak flow meters zijn lekdicht verbonden door een goed afsluitbaar rubber verbindingsstuk met de uitstroomopening van het testapparaat.

Steeds in dezelfde volgorde zijn de verschillende peak flow meters op dezelfde ingestelde peak flow waarden getest, die voor het standaard type opliepen van 108-754 l/min. Met intervallen van 63 l/min. en van het low range type van 94-222 l/min. met intervallen van 31-34 l/min.

3.2.2.1 *Ijkingresultaten*

Tijdens de eerste ijking (dd: 21-3-'69) zijn 13 standaard- en 3 low range peak flow meters geijkt. Tot deze toestellen behoorden peak flow meters gebruikt voor het Leidse en Hilversumse schoolonderzoek, de peak flow meter van de bedrijfsgeneeskundige dienst van de GG en GD te Hilversum, een standaard- en low range peak flow meter ter beschikking gesteld door de Firma Laméris en negen standaardtypen van het astmacentrum 'Heideheuvel'.

Ongeveer 7 maanden later (dd: 31-10-'69) zijn vier andere apparaten voor het eerst geijkt: 2 apparaten van Consultatie Bureaus te Hilversum en Bussum en 2 apparaten van het astmacentrum 'Bos en Heide' te Blaricum. Tevens zijn op dezelfde datum de bovengenoemde 13 toestellen van het standaardtype herijkt.

Van de 17 geijkte standaard peak flow meters zijn er 15, die ten opzichte van de ingestelde peak flow waarden onderling ongeveer dezelfde waarden registreren over het gehele meetbereik (tabel 3.1). De andere twee apparaten bleken sterk afwijkende waarden te registreren vergeleken met de andere 15 apparaten (tabel 3.2).

In tabel 3.1 zijn tevens de maximale- en minimale geregistreerde waarden vermeld van elke serie van waarnemingen. Ook zijn onderlinge verschillen tussen maximale- en minimale geregistreerde waarden aangegeven van elke serie waarnemingen, welke verschillen variëren van 25-35 l/min.

In fig. 3.1 is de variatie van miswijzingen en onderlinge spreiding van deze 15 peak flow meters aangegeven door het gearceerde gebied.

Deze miswijzingen ten opzichte van ingestelde peak flow waarden kunnen als kenmerkend gezien worden voor gebruikelijke registratie-afwijkingen van de onderzochte peak flow meters.

Zoals eerder opgemerkt toonden 2 peak flow meters belangrijke verschillen in miswijzingen vergeleken met de 15 overige. Het zijn de peak flow meters no. 4292 en no. 3549.

Peak flow meter no. 3549 is het apparaat dat gebruikt is voor het Leidse schoolonderzoek en dat het laatst hiervoor gebruikt is in juni 1968. De ijking van dit instrument heeft ongeveer 9 maanden later plaats gevonden (21-3-'69).

Tijdens de ijking toonde deze peak flow meter een defect aan het ontkoppelings-mechanisme van de wijzer, hetgeen niet het geval was tijdens het onderzoek van Leidse schoolkinderen.

Peak flow meter no. 4292 is het ongebruikte apparaat van de Firma Laméris.

Het diagram in fig. 3.1 is van praktische betekenis aangezien de beide curven het resultaat zijn van ijkings verricht op 15 peak flow meters waarvan de geregistreerde waarden weinig van elkaar verschillen, zodat gesteld kan worden dat deze beide curven als kenmerkend kunnen gelden voor acceptabele miswijzingen van voldoende nauwkeurig registrerende peak flow meters.*

Indien men een snelle oriëntatie wenst omtrent de miswijzing van een geijkte peak flow meter ten opzichte van mechanisch ingestelde peak flow waarden, kunnen de door die peak flow meter geregistreerde waarden direct vergeleken worden met waarden aangegeven door de beide ijkingslijnen. *Indien geregistreerde waarden binnen deze ijkingslijnen vallen, is het apparaat voldoende nauwkeurig.*

Bij ijking van de low range peak flow meters no's. 180, 176 en 433 bleken de afgelezen waarden, bij ingestelde waarden van 94, 126, 157, 188 en 222 l/min., weinig onderlinge verschillen te tonen en zijn de drie ijkingslijnen ongeveer van hetzelfde type (tabel 3.3-fig. 3.2). Dit type komt overeen met een ijkingscurve van Milner et al. (1970), waarbij afgelezen peak flow waarden van een low range peak flow meter vergeleken zijn met pneumotachografische waarden.

3.2.2.2 *Verschillen in registratie tussen standaard- en low range peak flow meters*
Verschillen tussen geregistreerde peak flow waarden van standaard- en low range peak flow meters zijn bij mechanische ijkings duidelijk merkbaar.

Bij een ingestelde peak flow waarde van 188 l/min. bedragen de verschillen 40 tot 64 l/min. Hierdoor is te verklaren, dat kinderen in het lagere meetbereik met standaard peak flow meters hogere PEF-waarden bereiken dan met low range peak flow meters.

Dat wil zeggen, dat er geen aansluiting is tussen beide typen van peak flow meters, aangezien het low range type lager registreert dan het standaardtype.

Deze ijkingsresultaten zijn de verklaring van door ons (Harms et al. 1969) en door andere onderzoekers geconstateerde verschillen in registratie (Anderson, D. O. et al., 1967; Limburg, 1968).

Wellicht kan constructie van een 'medium' type peak flow meter aansluiting bewerkstelligen tussen het low range en standaardtype. Het meetbereik van dit 'medium' type zou dan van 20-400 l/min. kunnen zijn.

3.2.2.3 *Stabiliteit van peak flow meters*

In oktober 1969 zijn 9 standaard peak flow meters, die voor het eerst in maart

* Voor exactere vaststelling van deze uitspraak kan nader onderzoek met grotere aantallen peak flow meters verricht worden.

van hetzelfde jaar geijkt werden, herijkt. Deze herijking had ten doel om te onderzoeken of er in een periode van ongeveer 7 maanden veranderingen in nauwkeurigheid waren opgetreden.

Van deze apparaten behoorden er 7 tot het astmacentrum 'Heideheuvel' waar deze toestellen voortdurend in deze periode in gebruik geweest zijn. Ook het apparaat no. 5116 is, behalve in de vakantie, dagelijks gebruikt terwijl het apparaat no. 5154 van de bedrijfsgeneeskundige dienst van de GG en GD te Hilversum, in die periode incidenteel ten behoeve van keuringen, gebruikt is (tabel 3.4 en 3.5).

Bij deze herijking is gebleken, dat 4 apparaten van het astmacentrum in nauwkeurigheid hadden ingeboet (apparaten no's. 5052, 4342, 4694 en 5042). Hieruit blijkt, dat in ongeveer 7 maanden duidelijk veranderingen in nauwkeurigheid kunnen optreden bij regelmatig gebruik.

De peak flow meters no's. 5116 en 5154 zijn beide op 20-4-'72 nogmaals herijkt, waaruit gebleken is, dat in ruim 3 jaar deze apparaten nog met dezelfde nauwkeurigheid registreerden als bij 1ste ijking! (tabel 3.5).

Frequente herijking, minstens $1 \times$ in het half jaar, is bij regelmatig gebruik zeker aan te bevelen. Zonder herijking komen verschillen in nauwkeurigheid niet tot uiting.

De peak flow meter, gebruikt voor het Leidse schoolonderzoek kon helaas niet herijkt worden, aangezien dat apparaat toen in reparatie was.

3.2.2.4 *Correctie van afgelezen PEF-waarden*

Na ijking kan van elke nauwkeurig registrerende peak flow meter een ijkings-curve geconstrueerd worden waaruit een correctie-tabel kan worden samengesteld.

Van de Hilversumse standaard peak flow meter (no. 5116), de standaard peak flow meter van het astmacentrum 'Heideheuvel' (no. 5138) en van de Leidse en Hilversumse low range peak flow meters (no's. 176 en 433) zijn correctietabellen samengesteld (tabel 3.6 en 3.7).

Gezien de ijkingsresultaten is van de Leidse standaard peak flow meter (no. 3549) geen correctie-tabel samengesteld.

3.2.2.5 *Peak flow meter no. 3549*

Door ijking op 21-3-'69 is gebleken, dat de peak flow meter gebruikt voor onderzoek van Leidse schoolkinderen (peak flow meter no. 3549) op die datum als onnauwkeurig kon worden beschouwd.

Deze ijking heeft ongeveer 9 maanden nadat dit apparaat in juni 1968 voor het laatst voor schoolonderzoek gebruikt was, plaats gehad.

Op het ogenblik van ijking is ook gebleken, dat na registratie van ingestelde peak flow waarden, de wijzer niet geheel tot de 0-stand terugkeerde, na ontkoppeling van het blokkeringsmechanisme. Dit wijst, zoals de ervaring

geleerd heeft, meestal op zeer sterke verontreiniging van het inwendige van peak flow meters.

In juni 1968, bij beëindiging van het Leidse schoolonderzoek, toonde dit apparaat deze afwijking nog niet, zodat deze afwijking later ontstaan moet zijn. Daarom kan worden aangenomen, dat de gebleken onnauwkeurigheid in registratie tijdens ijking, niet of niet in die mate aanwezig was gedurende het Leidse schoolonderzoek. Deze ijking is daarom niet maatgevend voor de mate van nauwkeurigheid ongeveer 9 maanden tevoren.

Gedurende het gehele Leidse schoolonderzoek is deze peak flow meter $2 \times$ gereviseerd, waarbij $1 \times$ de veer vernieuwd is. Door de leverancier is dit apparaat, na revisie, steeds gecontroleerd op nauwkeurigheid.

Ook heb ik zelf, door eigen lucht-inblazingen in de loop van dit onderzoek, voortdurend dit apparaat op nauwkeurigheid beproefd.

Gebleken is ook, dat bij vergelijking van dit apparaat met twee andere ongebruikte apparaten, door de leverancier voor dit doel ter beschikking gesteld, dat de nauwkeurigheid als voldoende kon worden beschouwd (par. 3.2.1.1).

Hierdoor kunnen Leidse peak flow waarden van schoolkinderen als voldoende betrouwbaar aangemerkt worden.

3.2.2.6 *Ijkingen volgens de methodiek van Airmed*

Door de fabrikant van peak flow meters volgens Wright (Airmed Ltd. gevestigd in Harlow, Engeland) worden peak flow meters geijkt met een ijking-apparaat waarbij met een electro-motor een 'airblower' in werking wordt gesteld, waardoor een krachtige continue luchtstroom wordt opgewekt. Met behulp van een ventielkraan worden verschillende uitstromings-snelheden van lucht verkregen welke het gehele meetbereik van peak flow meters (van 20 l/min. tot 1000 l/min.) bestrijken.

De peak flow meter welke geijkt moet worden kan 'in-line' met een gestandaardiseerde peak flow meter verbonden worden met de uitstromingsbuis van het testapparaat zodat luchtstroomsnelheden geregistreerd door het te ijken apparaat, vergeleken kunnen worden met peak flow waarden geregistreerd door het standaardapparaat. Afwijkingen tot 5% worden geaccepteerd als normaal voorkomende afwijkingen in registratie van nauwkeurig registrerende peak flow meters.

Uit een recente ijking van peak flow meter No 5116 (dd. 26-4-'73) met deze testapparatuur is gebleken dat registratie-afwijkingen binnen de 5%-grenzen gelegen waren. Na intensief gebruik gedurende ongeveer 5 jaren heeft dus deze peak flow meter de aanvankelijk geconstateerde nauwkeurigheid behouden zonder dat er reparaties nodig waren (zie par. 3.2.2.1).

3.2.2.7 *Samenvatting en conclusies*

- 1 Ter vaststelling van de *betrouwbaarheid* van peak flow meters dient door mechanische ijking bepaald te worden in hoeverre afgelezen waarden verschillen tonen met ingestelde waarden.
- 2 Na ijking kan een *correctie-tabel* samengesteld worden van elke geijkte peak flow meter. Hiermede kunnen afgelezen peak flow waarden omgerekend worden tot *gecorrigeerde* peak flow waarden.
- 3 Ter controle van de *stabiliteit* van in gebruik zijnde peak flow meters dienen regelmatig herijkingen te worden verricht.
- 4 Ten behoeve van *screenings*-onderzoek met meerdere peak flow meters dienen van alle apparaten, die aan nauwkeurigheidseisen voldoen, correctie-tabellen te worden samengesteld. Hierdoor worden gecorrigeerde peak flow waarden verkregen waardoor uniformiteit van alle gegevens bereikt wordt. Herijkingen dienen tijdens screenings-onderzoek regelmatig van alle peak flow meters te worden verricht ter controle van de stabiliteit der waarnemingen.
- 5 Ten behoeve van *individueel* onderzoek dienen, direct na aanschaf, de apparaten geijkt te worden. Afgelezen waarden behoeven hierbij niet omgerekend te worden tot gecorrigeerde waarden aangezien bij therapeutische begeleiding volstaan kan worden met individueel afgelezen waarden. Herijkingen zijn hierbij echter ook noodzakelijk.

3.2.3 Fouten en defecten van peak flow meters. (Eigen ervaringen)

Fouten, die aan de peak flow meter kleven zijn onder meer: het vochtig worden van de binnenzijde van het instrument, met name van de wand van de ruimte waarin de vaan zich beweegt en waarin dit onderdeel nauwkeurig past. Hier vormt het opgedroogde sputum, afkomstig uit de uitademingslucht, een dun vast laagje waardoor de vaan minder soepel bewegen kan en later hierdoor geheel afgeremd wordt. Aanvankelijk uit zich dit door het minder snel teruglopen van de wijzer, na deblokkering, naar de o-stand welke later niet meer bereikt wordt. Indien deze storing optreedt dient de peak flow meter direct gereviseerd en gereinigd te worden. De registratie is dan niet meer nauwkeurig. Het afsluitende gaasje bij het mondstuk is blijkbaar nog te grofmazig om alle vocht uit de uitademingslucht tegen te houden. Deze ervaringen zijn dezelfde als beschreven door Shephard (1962), die deze omstandigheid als een technische fout kwalificeert.

Aangezien de uitademende lucht direct door het mondstuk in het registrerende gedeelte van de peak flow meter met kracht geblazen wordt, worden de fijnere onderdelen van het registratie-mechanisme direct blootgesteld aan regelmatig optredende sterke luchtstroomstoten waarbij bovendien de vochtige uitademingslucht dit fijnere mechanisme eveneens nadelig kan beïnvloeden.

Ons is gebleken, dat kartonnen verwisselbare mondstukken voor gebruik af te raden zijn aangezien pluisjes karton van deze mondstukken, medegevoerd met de uitademingslucht, nog in sterkere mate bijdragen tot inwendige vervuiling. Daarom is het beter steeds plastic mondstukken te gebruiken. Deze ervaring komt overeen met die in het astmacentrum 'Heideheuvel'.

Mogelijk is vervuiling de meest ernstige oorzaak van optredende onnauwkeurigheden. Regelmatige revisie van het instrument is daarom noodzakelijk.

Tijdens het Leidse schoolonderzoek zijn steeds verwisselbare kartonnen mondstukken gebruikt terwijl tijdens dit onderzoek de peak flow meter $3 \times$ in revisie is geweest waarbij in totaal ongeveer 1600 kinderen onderzocht zijn. Revisie na onderzoek van ongeveer 500 kinderen lijkt ons daarom wel aangewezen, indien gebruik gemaakt wordt van kartonnen mondstukken. Shephard (1962) beveelt een dergelijke revisie aan na elke 1000 metingen.

Tijdens het Hilversumse schoolonderzoek is uitsluitend een plastic mondstuk gebruikt. De toen gebruikte peak flow meter (no. 5116) is gedurende het gehele onderzoek van ongeveer 2100 kinderen nimmer in revisie geweest en bleek na de laatste herijking in april 1972 nog over dezelfde graad van nauwkeurigheid te beschikken als bij het eerste ijkingsonderzoek geconstateerd.

Dat er soms een aanzienlijke mate van condensatie van de ingeblazen lucht in de peak flow meter op kan treden, is ons voornamelijk gebleken tijdens onderzoek van peak flow prestaties vóór en na lichamelijke inspanning. Dit onderzoek werd verricht in een gymnastieklokaal waar de temperatuur lager was dan in de klasse-lokalen.

Tijdens dit onderzoek druppelde de gecondenseerde lucht in belangrijke hoeveelheden uit het apparaat, terwijl op het eind van het onderzoek de doorzichtige plasticplaat, boven wijzer en schaalverdeling, beslagen was. Het doorzicht was echter nog voldoende duidelijk om tot een juiste aflezing te komen.

Ook is ons gebleken, dat het beslaan van de doorzichtige plasticplaat, zij het in geringere mate als boven beschreven, optreedt bij gebruik van de peak flow meter in minder verwarmde onderzoekruimten in de winter. In een goed verwarmde onderzoekruimte (tot ongeveer 20°C) treedt dit ongerief in de winter niet op. Hierbij is blijkbaar het verschil tussen de temperatuur van de ingeblazen lucht en die van de omgeving van betekenis.

Anderson en Kinnis (1967) adviseren daarom de peak flow meter minstens $2 \times$ per dag omgekeerd boven een verwarmingstoestel te laten drogen terwijl Kamat et al. (1967) adviseren na gebruik droge lucht door het toestel te voeren.

Na gebruik dient de peak flow meter steeds in een droge, in de winter in een verwarmde ruimte, bewaard te worden met de achterzijde, waar de ventilatieopeningen zich bevinden, naar boven gekeerd. Indien het toestel op deze wijze bewaard wordt, is plaatsing daarvan op verwarmingstoestellen of inblazingen van droge lucht, niet noodzakelijk, zoals wij ervaren hebben.

3.2.4 Validiteit van peak flow meters

De validiteit van de peak flow meting kan het best beoordeeld worden ten opzichte van spirografisch bepaalde 1-sec. waarden (FEV_1). De FEV_1 is een maat voor de expiratie-snelheid en daarmee tevens bepalend voor een eventuele vernauwing van de luchtwegen.

In de 1ste seconde van een geforceerde uitademing wordt 70–90% van de vitale capaciteit uitgeademd (Deenstra, 1960). Indien in de 1ste seconde een geringer gedeelte van de vitale capaciteit wordt uitgeblazen, wordt dit als pathologisch beschouwd. Dit wijst op een verminderde retractivekracht van de longen of op obstructieve processen van de ademhalingswegen.

De peak flow bepaling volgens Wright is als een directe snelheidsmeting, de 1-sec. capaciteit als een indirecte, volumetrische bepaling van de uitademings-snelheid te beschouwen.

In plaats van de 1-sec. capaciteit bepaalde Lunn (1965) de $FEV_{0,75}$ bij onderzoek van schoolkinderen in Sheffield, terwijl Toyama (1964) eveneens bij een onderzoek van kinderen, de $FEV_{0,5}$ bepaalde.

3.2.4.1 Literatuur

Zowel Hoffbrand (1966) als Ritchie (1962) achten peak flow metingen gevoeliger voor veranderingen van de luchtweerstand na toediening van bronchodilantia, dan bepalingen van 1-sec. waarden.

Higgins (1957) bepaalde met een prototype van de peak flow meter correlaties met $FEV_{0,75}$ -waarden. Bij 31 mannen van 54–64 jaar met chronische bronchitis, vond hij een correlatie-coëfficiënt van 0,86.

Lockhart et al. (1960) vonden bij arbeiders in een vlasfabriek en een vlas-molen voor 41 mannen een correlatie-coëfficiënt van 0,81 en voor 23 vrouwen een correlatie-coëfficiënt van 0,62 tussen peak flow- en $FEV_{0,75}$ -waarden.

Ritchie (1962) vergeleek bij 135 patiënten met hart- en longaandoeningen, in alle graden van ernst, de 1-sec. capaciteit met peak flow waarden en vond een correlatie-coëfficiënt van 0,82 vóór en van 0,80 na het toedienen van isoprenaline.

Fairbairn et al. (1962) vonden tussen peak flow waarden en 1-sec. waarden een correlatie-coëfficiënt van 0,86 bij onderzoek van postkantoorbeambten.

Heaf et al. (1962) vonden tussen peak flow waarden en 1-sec. waarden bij gezonde kinderen een correlatie-coëfficiënt van 0,82 en bij astmatische kinderen een correlatie-coëfficiënt van 0,96. Dit onderzoek is verricht bij in totaal 22 gezonde en 30 astmatische kinderen van 5–14 jaar. Afzonderlijke aantallen en afzonderlijke correlatie-coëfficiënten van jongens en meisjes zijn niet vermeld.

Shephard (1962) stelde slechts een geringe correlatie vast tussen peak flow- en 1-sec. waarden bij gezonde personen, maar voegde hij aan dit aantal een aan-

tal patiënten toe met matige tot ernstige ventilatie-stoornissen, dan blijken er significante correlaties te bestaan.

Toyama (1964) onderzocht op twee scholen in Japan in totaal 98 jongens en 109 meisjes. Bij deze kinderen vond hij een correlatie-coëfficiënt van 0,7 tussen 0,5-sec. waarden en peak flow waarden.

Détry et al. (1966) wijzen op hogere correlaties tussen peak flow- en 1-sec. waarden bij gehospitaliseerde patiënten met obstructieve processen van de ademhalingswegen dan bij niet-gehospitaliseerde patiënten. Bij niet-gehospitaliseerde patiënten vonden zij een correlatie-coëfficiënt van 0,45, bij gehospitaliseerde patiënten met spirometrisch normale waarden, van 0,76. Bij gehospitaliseerde longpatiënten met een 'fonction restrictive' een correlatie-coëfficiënt van 0,91 en met een 'fonction obstructive' van 0,84.

Saunders (1967) vond bij onderzoek van 30 patiënten met chronisch obstructieve longaandoeningen significante correlaties in veranderingen van peak flow- en 1-sec. waarden na isoprenaline toediening.

Dugdale et al. (1968) vonden tussen peak flow- en 1-sec. waarden, bepaald met een 'droge' spirometer (Vitalor) bij gezonde kinderen van 6-12 jaar bij jongens een correlatie-coëfficiënt van 0,810 en bij meisjes van 0,767. Aantallen onderzochte kinderen zijn hierbij niet vermeld.

Uit een onderzoek van Wiltink et al. (1969) bij patiënten met bronchitis, emfyseem en andere chronische longaandoeningen en bij mannen, die een longfunctie-onderzoek ondergingen als onderdeel van een operatieve behandeling of voor een keuring, is gebleken dat er tussen peak flow- en 1-sec. waarden een correlatie-coëfficiënt bestaat van 0,91.

Tammeling et al. (1969) vonden hogere correlatie-coëfficiënten bij CARA-patiënten dan overeenkomstige waarnemingen van Van der Lende (1969) bij gezonde personen tijdens een onderzoek in Sellingen en Vlaardingens.

3.2.4.2 *Onderzoek naar de validiteit van de eigen peak flow meter*

Om de validiteit van peak flow bepalingen bij Hilversumse schoolkinderen vast te stellen is een onderzoek ingesteld naar correlaties tussen peak flow metingen met de peak flow meter no. 5116 en spirometrische 1-seconde waarden.

Hierbij is ook nagegaan in hoeverre peak flow waarden van schoolkinderen correleren met de vitale capaciteit van dezelfde kinderen.

Organisatie

Met goedkeuring van Rector en Schoolbestuur is dit onderzoek verricht bij Hilversumse leerlingen van 'Het Nieuwe Lyceum' op basis van vrijwilligheid en met toestemming van de ouders.

Opgave tot deelname aan dit onderzoek is kenbaar gemaakt op een daartoe ontworpen invulformulier (bijlage 1) waarop naam, geboorte-datum, klasse en

anamnestisch doorgemaakte kinderziekten en longaandoeningen van de deelnemer(sten) zijn vermeld.

Dit onderzoek is verricht in het astmacentrum 'Heideheuvel' alwaar over een spirometer met registratie-apparatuur kon worden beschikt.

Voor een gedeelte hebben onderzoeken plaats gehad in de ochtend en namiddag van de Kerstvakantie 1969 en daarna 's-middags van 15.00-16.30 uur in januari en februari 1970.

De eerste spirografische bepalingen zijn met behulp van een assistente van het longfunctie-laboratorium van het astmacentrum verricht, daarna zijn deze handelingen zelfstandig uitgevoerd. Verdere assistentie is verleend door de schoolverpleegster voor peak flow bepalingen en het vaststellen van lengten en gewichten.

Registratie en codering

Anamnestische- en onderzoeksgegevens zijn op een formulier ingevuld waarop vermeld zijn: klasse, naam, geslacht, geboorte-datum, aantal kinderen uit het gezin, rangnummer, beroep van vader, sportbeoefening, rookgewoonten, tijdstip onderzoek, longpathologie (anamnestisch), lengte, gewicht, de drie hoogste peak flow waarden, spirografisch bepaalde vitale capaciteit (hoogste waarde), de 1-seconde waarde en Tiffeneau. Ook zijn gegevens genoteerd betreffende afwijkingen van mond- en keelholte, afwijkingen van de lichaamshouding en coöperatie tijdens onderzoek.

Methodiek

Spirografische bepalingen zijn verricht met een LODE-spirograaf (zie principe schema, fig. 3.3).

Peak flow waarden zijn bepaald met dezelfde peak flow meter (no. 5116) gebruikt voor alle bepalingen bij Hilversumse schoolkinderen.

De lengte, zonder schoenen, is bepaald met dezelfde meetlat gebruikt voor het Leidse en een gedeelte van het Hilversumse schoolonderzoek.

Alle VHMO-scholieren werden gekleed gewogen, zonder overjas en schoenen aangezien de beschikbare ruimte geen mogelijkheden bood voor een nauwkeuriger bepaling van het gewicht.

Mond- en keelholte zijn bij goede verlichting met behulp van een tongspatel geïnspecteerd op afwijkingen.

Gedeeltelijk zijn peak flow bepalingen vóór, gedeeltelijk na spirografisch onderzoek verricht. Spirografisch onderzoek is bij alle kinderen in zittende houding met neusklem, peak flow bepalingen in staande houding zonder neusklem verricht. Temperatuurcorrectie is bij spirografische bepalingen niet toegepast, aangezien deze bepalingen steeds in dezelfde ruimte verricht zijn met constante temperaturen van 18-20°C. Evenmin is correctie naar barometerstand toegepast.

Populatie VHMO-leerlingen

In totaal hebben zich 103 leerlingen voor dit onderzoek vrijwillig opgegeven: 52 jongens en 51 meisjes (tabel 3.8).

Longfunctie-onderzoek is bij geen van deze leerlingen eerder verricht, noch spirografisch noch met een peak flow meter. Geen van deze leerlingen had tijdens het onderzoek manifeste longaandoeningen. Bij alle leerlingen met longaandoeningen in de anamnese, waren alle symptomen langer dan 1 jaar niet meer opgetreden. Onder de jongens waren 20 gevallen en 13 onder de meisjes, die longaandoeningen in de anamnese hadden. Hiervan waren er onder de jongens 3 gevallen, bij de meisjes 2 gevallen met astma bronchiale in de anamnese (tabel 3.9). Deze leerlingen hadden tijdens het onderzoek evenmin manifeste symptomen.

Resultaten

Longfunctie-onderzoek bij deze VHMO-leerlingen heeft, na duidelijke instructie, een zeer bevredigend verloop gehad. Wel is hierbij gebleken, dat de spirometrische methode meer aandacht en concentratie vereist dan de peakflowmetrische methode, zelfs bij deze intellectueel goed ontwikkelde kinderen.

Een belangrijke factor is hierbij dat alle deelnemers(sters) zich vrijwillig hadden opgegeven, van goeden wille waren en daarom zo goed mogelijk wilden voldoen aan hetgeen van hen verlangd werd.

Correlaties tussen expiratoire 1-sec. waarden en peak flow waarden zijn bij deze populatie bij jongens duidelijk hoger dan bij meisjes. De correlatie-coëfficiënt van jongens is 0,85, van meisjes 0,48 (tabel 3.11).

Correlatie-coëfficiënten tussen peak flow waarden en de spirometrische inspiratoire vitale capaciteit is van jongens 0,65, van meisjes 0,41 (tabel 3.11).

Correlaties tussen de inspiratoire vitale capaciteit en expiratoire 1-sec. capaciteit zijn voor jongens en meisjes zeer gunstig gebleken. Voor jongens is dit 0,85 en voor meisjes 0,86 (tabel 3.11).

Van 5 leerlingen met astma bronchiale in de anamnese zijn ventilatoire capaciteiten in tabel 3.9 weergegeven. Hieruit blijkt, dat in het 3de geval zowel 1-sec. capaciteit, Tiffeneau en peak flow waarden verlaagd zijn. In het 5de geval een verlaagde 1-sec. capaciteit en Tiffeneau, maar geen duidelijk verlaagde peak flow waarde. De overige drie gevallen tonen alle normale ventilatoire waarden.

In verband hiermede wil ik verwijzen naar het artikel van Kerrebijn (1969) waarin hij stelt: 'Bij een aantal kinderen verdwijnen of verminderen de verschijnselen van astma of bronchitis tijdens de lagere-school leeftijd. Bij anderen wijzigt het beeld zich in die zin, dat de astmatische component meer op de voorgrond komt. Bij veel kinderen zijn in de perioden tussen de exacerbaties (intervalperioden) *geen verschijnselen of afwijkingen* bij fysisch en functioneel

onderzoek aanwezig. Bij anderen blijven in deze intervalperioden echter symptomen bestaan, zoals 's nachts hoesten of hoesten casu quo kortademigheid na inspanning'.

'Herhaaldelijk worden bij kinderen uit deze laatste categorie meer afwijkingen bij fysisch en longfunctie-onderzoek gevonden dan men op grond van de anamnese zou vermoeden. Wij zijn daarom van mening, dat deze patiënten onze speciale aandacht verdienen'.

3.2.4.3 *Onderzoek naar de validiteit van peak flow meter no. 5138*

Gegevens van de expiratoire 1-sec. capaciteit (ESC) en peak flow waarden van astmatische kinderen in behandeling van het astmacentrum 'Heideheuvel' zijn door de geneesheer-directeur ons ter beschikking gesteld.

Deze gegevens vormen een waardevolle bijdrage om ook tot een vergelijking te komen van correlaties tussen peak flow en 1-seconde capaciteit van gezonde en astmatische kinderen.

Deze groep van astmatische kinderen heeft ruime ervaring op het gebied van klinisch longfunctie-onderzoek, aangezien zij herhaaldelijk voor contrôle in aanmerking komt.

De 'routine-factor' is van belang in verband met beoordeling van geleverde prestaties hetgeen tot uiting kan komen in verschillen tussen correlatie-coëfficiënten van astmatische kinderen en gezonde, maar onervaren, VHMO-leerlingen.

Deze gegevens zijn ontleend aan onderzoek, verricht door de longfunctie-assistente van het astmacentrum, waarbij een eerder geijkte en herijkte peak flow meter (no. 5138) gebruikt is. Deze peak flow meter is voldoende nauwkeurig gebleken (tabel 3.1 en 3.4).

Spirografisch vastgestelde waarden zijn niet gecorrigeerd ten opzichte van lichaamstemperatuur en heersende barometerdruk.

Tot deze astmatische kinderen behoren 59 jongens en 40 meisjes van 8-18 jaar (tabel 3.10).

Uitkomsten

Correlatie-coëfficiënten tussen peak flow waarden en 1-sec. waarden blijken van jongens hoger te zijn dan van meisjes. Van jongens is dit 0,89, van meisjes 0,62, terwijl tussen peak flow en vitale capaciteit de correlatie-coëfficiënt van jongens 0,65, van meisjes 0,42 is.

De correlatie-coëfficiënten tussen 1-sec. capaciteit en vitale capaciteit is van jongens 0,70, van meisjes 0,63 (tabel 3.11).

3.2.4.4 *Samenvatting*

Ter vaststelling van de validiteit van peak flow bepalingen met de peak flow meters no's. 5116 en 5138, zijn van gezonde VHMO-leerlingen en astmatische

kinderen correlatie-coëfficiënten berekend tussen peak flow waarden en de expiratoire 1-sec. capaciteit.

Correlatie-coëfficiënten van gezonde en astmatische jongens blijken hoger te zijn dan van gezonde en astmatische meisjes. Van gezonde jongens zijn deze correlatie-coëfficiënten praktisch gelijk aan die van astmatische jongens.

Voor VHMO-jongens zonder praktische ervaring in longfunctie-onderzoek, zijn deze prestaties daarom bijzonder bevredigend.

Van astmatische meisjes zijn de correlatie-coëfficiënten hoger dan van gezonde VHMO-meisjes. Tijdens onderzoek van VHMO-meisjes is ook gebleken, dat zij nogal wat moeite hadden met de techniek van het in- en uitademen door het gesloten systeem.

Naar aanleiding van dit onderzoek naar de validiteit van de peak flow meters no's. 5116 en 5138 kan gesteld worden, dat deze beide apparaten een hoge mate van validiteit bezitten voor onderzoek van de expiratoire ventilatoire capaciteit, zoals uit tests ten opzichte van spirometrisch bepaalde 1-sec. waarden gebleken is.

3.3 *Methodiek, peak flow onderzoek bij kinderen*

3.3.1 Peak flow onderzoek met en zonder neusklem

Literatuur

Murray et al. (1963) bepaalden peak flow waarden van een aantal kinderen met en zonder neusklem. Geen significante verschillen zijn door hen hierbij waargenomen.

Bij een bevolkingsonderzoek te Sellingen (Tammeling et al. 1969) zijn bij poliklinisch onderzoek van CARA-patiënten peak flow waarden gerelateerd aan de spirografische 1-sec. capaciteit en Tiffeneauwaarde.

Peak flow bepalingen zijn hierbij beurtelings met en zonder neusklem verricht. Hogere correlaties zijn gevonden tussen peak flow waarden en de 1-sec. capaciteit en 'Tiffeneau', bij gebruik van een neusklem. Met neusklem is de correlatie-coëfficiënt ten opzichte van de 1-sec. capaciteit 0,93 en ten opzichte van de 'Tiffeneau' 0,78, zonder neusklem zijn deze correlatie-coëfficiënten 0,88 resp. 0,75.

Voor zover uit overige literatuur bekend, wordt bij peak flow onderzoek nimmer een neusklem gebruikt en wordt dit evenmin door de fabrikant aanbevolen.

Eigen onderzoek

Om een indruk te verkrijgen in hoeverre gebruik van een neusklem van invloed is op peak flow prestaties van kinderen, is hiernaar een onderzoek ingesteld onder schoolkinderen.

Aan dit onderzoek is deelgenomen door in totaal 53 scholieren van KO en GLO. Peak flow bepalingen zijn in staande houding met en zonder neusklem verricht. Door ieder kind is 6 $\times$ geblazen, de drie hoogste waarden genoteerd en de hoogste van de drie als de maximale peak flow prestatie beschouwd.

In wisselende volgorde bliezen de kinderen door de peak flow meter met of zonder neusklem om factoren als leereffect en vermoeidheid over het totale aantal waarnemingen gelijkmatig te spreiden.

Het waren alle gezonde kinderen zonder longpathologie in de anamnese waarbij evenmin manifeste afwijkingen aan de longen voorkwamen. Ook werden bij hen geen afwijkingen aan mond- en keelholte geconstateerd.

Uit dit onderzoek is gebleken dat 8 kinderen dezelfde maximale PEF-prestaties leverden met en zonder neusklem. Van deze 53 kinderen is het mediane verschil berekend uit de frequentie-verdeling van aantallen kinderen naar PEF-verschillen variërende van +45 l/min. tot -25 l/min. (positief verschil indien PEF zonder neusklem groter is dan PEF met neusklem). Dit mediane verschil bedraagt 8,4 l/min. ten gunste van PEF-prestaties bepaald zonder neusklem (tabel 3.12).

Groot is dit verschil niet en kan niet als significant aangemerkt worden, gezien ook het beperkte aantal onderzochte kinderen, maar de indruk wordt gewekt, dat er geen of nauwelijks verschil in prestaties bestaat. Hieruit kan ook blijken, dat gebruik van een neusklem niet vereist is bij peak flow onderzoek.

Vooral bij jongere kinderen (kleuters) lijkt het niet aan te bevelen om een neusklem te gebruiken aangezien dit bij kleuters zeer vaak op weerstand stuit, zoals gebleken is. Ook hebben verschillende oudere kinderen gebruik van een neusklem als hinderlijk ervaren.

3.3.2 Aantal inblazingen ter bepaling van de individuele maximale peak flow

Literatuur

Bij *kleuters* wordt door Anderson (1966) een aantal van zes tot acht inblazingen nodig geoordeeld, waarbij de hoogste als de maximale peak flow waarde beschouwd wordt.

Kinderen van de lagere school bliezen bij het onderzoek van Nairn et al. (1961) zes maal, terwijl Lunn (1965) vijf inblazingen voldoende oordeelde. Van drie of vier goede inblazingen werd de hoogste als de maximale waarde beschouwd.

Dugdale et al. (1968) lieten kinderen, afhankelijk van leeftijd en coöperatie, tot vijf maal blazen. Het gemiddelde van de twee hoogste waarden werden door hen als de maximale peak flow waarde beschouwd.

Toyama (1964) liet kinderen drie maal blazen en beschouwde de hoogste als de maximale peak flow waarde.

Heaf et al. (1962) begonnen met twee of drie inblazingen als oefening waarna

het gemiddelde van de drie volgende waarden als de maximale waarde gold.

Voor *volwassenen* oordeelden Wright et al. (1959) een aantal van vijf inblazingen als voldoende waarvan de eerste twee als oefening golden. Het gemiddelde van de drie laatste bepalingen werd aangeduid als de maximale PEF-waarde.

Fairbairn (1962) heeft dezelfde methode gevolgd.

Ritchie (1962) beschouwde drie inblazingen bij volwassenen als voldoende waarvan de hoogste als de maximale waarde gold.

Shephard (1962) vond bij een serie van vijftien inblazingen, met een interval van $\frac{1}{2}$ minuut, toenemende waarden van de eerste tot de vijfde inblazing, een plateau van ongeveer gelijke waarden van de zesde tot de tiende inblazing, waarna vermindering van waarden tot de vijftiende inblazing.

Rosenblatt et al. (1963) beschouwden de hoogste peak flow waarde van drie inblazingen als de maximale waarde.

Pickworth et al. (1965) achtten zes inblazingen bij volwassenen als voldoende en noteerden de hoogste van deze zes waarden als de maximale waarde.

Détry et al. (1966) oordeelden een aantal van twee inblazingen van coöperatieve personen als voldoende, nadat een studie bij 51 personen met zeven inblazingen per persoon, hen tot deze gevolgtrekking had doen komen.

Matilla et al. (1966) beschouwden het gemiddelde van de twee hoogste peak flow waarden van vijf inblazingen als de maximale PEF-waarde.

Abramowitz et al. (1967) hebben een onderzoek ingesteld bij 50 mannelijke patiënten met cardio-pulmonale aandoeningen ter evaluatie van de maximale expiratoire peak flow waarde. Zij kwamen tot de conclusie dat de methode, aanbevolen door 'The College of General Practitioners', uniform navolging verdient waarbij van vijf inblazingen het gemiddelde van de laatste drie als de maximale peak flow waarde kan worden beschouwd.

Eigen onderzoek

Gezien uiteenlopende meningen betreffende het aantal inblazingen is onderzocht of een serie van zes inblazingen, zoals systematisch toegepast is bij vaststelling van de maximale peak flow waarde van Leidse en Hilversumse schoolkinderen, als voldoende kan worden beschouwd. Bij de toegepaste methodiek geldt de hoogste van zes inblazingen als de maximale PEF-waarde.

Van een groep schoolkinderen van twee GLO-scholen en een BLO-school is een afzonderlijk onderzoek ingesteld of er nog hogere waarden bereikt worden *na* zes inblazingen en, indien dit het geval is, te bepalen hoe groot de 'winst' is bij meer dan zes inblazingen.

Aan ieder kind is verzocht om *vijftien* maal door de peak flow meter te blazen met intervallen van $\frac{1}{2}$ -1 minuut tussen de inblazingen. Hierbij is gebleken dat dit aantal geen al te grote inspanning vereist.

Om de inspanning nog te prikkelen zijn waarnemingen hardop afgelezen

en hogere scores geprezen, zodat ieder kind voortdurend ingelicht was over geleverde prestaties. Dit had in het algemeen tot gevolg, dat zij uit zichzelf probeerden hun prestaties zo hoog mogelijk op te voeren aangezien zij ook op de hoogte waren van prestaties van andere kinderen. Het wedstrijd-element was hier duidelijk aanwezig.

Een andere factor is, dat er na meer dan zes inblazingen ook meer geoefendheid verwacht kon worden bij alle kinderen (leer-effect).

Leer-effect in combinatie met het wedstrijd-element zijn factoren waardoor deze reeks van waarnemingen als uiterst betrouwbaar kan worden aangemerkt.

Dit zelfde onderzoek bij debiele kinderen van de BLO-school dient om na te gaan in hoeverre intellectuele functies een rol kunnen spelen bij peak flow bepalingen.

Van de GLO-scholen zijn kinderen van de 1ste, 3de en 5de klassen onderzocht, van de BLO-school alle kinderen bij wie peak flow onderzoek mogelijk was. Totaal zijn 168 GLO- en 138 BLO-kinderen onderzocht.

Bij *GLO-scholieren* is gebleken dat 79 kinderen (= 47%) 1-6 inblazingen nodig hebben om maximale PEF-waarden te bereiken. Door 13% van dit aantal kinderen wordt bij de 4de inblazing de maximale PEF-waarde bereikt (tabel 3.13).

De overige 89 kinderen (= 53%) hebben 7-15 inblazingen nodig om maximale PEF-waarden te bereiken. Van deze kinderen bereikten een aantal van 72 (= 80%) een 'winst' van 5-25 l/min. bij meer dan 6 inblazingen. De overige 17 kinderen (= 20%) bereikten een 'winst' van 30-50 l/min. (tabel 3.13 en 3.14).

Bij *BLO-scholieren* is gebleken dat 76 kinderen (= 55%) 1-6 inblazingen nodig hebben om maximale PEF-waarden te bereiken (tabel 3.13). Door 48 kinderen (= 34%) zijn tijdens de 2de, 3de en 4de inblazing maximale PEF-waarden bereikt.

Meer dan 6 inblazingen hebben in totaal 62 kinderen nodig gehad om maximale PEF-waarden te presteren. Gebleken is dat van dit aantal 51 kinderen (= 82%) een 'winst' van 5-25 l/min. bereikten en 11 kinderen (= 18%) een 'winst' van 30-50 l/min. (tabel 3.13 en 3.14).

Indien prestaties van jongens en meisjes afzonderlijk beoordeeld worden, blijkt dat van de *GLO-scholen* 43 jongens (= 51%) 1-6 inblazingen en 41 jongens (= 49%) meer dan 6 inblazingen nodig hebben terwijl 36 meisjes (= 43%) 1-6 inblazingen en 48 meisjes (= 57%) meer dan 6 inblazingen nodig hebben om maximale PEF-waarden te bereiken. Een hoger percentage meisjes dan jongens heeft met meer dan 6 inblazingen maximale PEF-waarden gepresteerd (tabel 3.15).

Van *BLO-scholieren* is gebleken dat 51 jongens (= 56%) 1-6 inblazingen en 40 jongens (= 44%) meer dan 6 inblazingen nodig hebben om maximale

PEF-waarden te presteren. Van de meisjes is gebleken dat 25 meisjes (= 53%) 1-6 inblazingen nodig hebben en 22 meisjes (= 47%) meer dan 6 inblazingen nodig hebben om maximale PEF-waarden te bereiken. Bij deze groep kinderen blijken ongeveer dezelfde percentages van kinderen 1-6 inblazingen en meer dan 6 inblazingen nodig te hebben om maximale PEF-waarden te presteren (tabel 3.15).

Conclusie

Uit deze waarnemingen is gebleken dat ruim de helft van het aantal GLO-jongens en BLO-leerlingen 1-6 inblazingen nodig hebben om maximale PEF-waarden te presteren. Bij GLO-meisjes had meer dan de helft (57%) meer dan 6 inblazingen nodig.

Met 7-15 inblazingen is een winst bereikt van 5-50 l/min. waarvan een overwegend percentage van slechts 5-25 l/min.

Aan de hand van deze resultaten kan gesteld worden, dat zes inblazingen bij kinderen voldoende zijn om maximale PEF-waarden vast te stellen.

3.3.3 Peak flow bepalingen en lichaamshouding

Peak flow onderzoek kan in verschillende houdingen verricht worden: rechtop staande, rechtop zittende en liggende. Bij bedlegerige patiënten kan in liggende of liggende in half opgerichte houding, peak flow onderzoek verricht worden.

Door de fabrikant wordt de rechtop staande of rechtop zittende houding aanbevolen.

Zowel bij het Leidse als Hilversumse onderzoek zijn van alle kinderen peak flow prestaties in rechtop staande houding gemeten. Bij jongere kinderen is dezelfde methode gevolgd als ook toegepast werd door Anderson en Kinnis (1967), oudere kinderen hanteerden zelf de peak flow meter, hetgeen hen meer vrijheid van beweging gaf.

Literatuur

In de literatuur wordt af en toe melding gemaakt van de houding van de proefpersoon tijdens peak flow bepalingen. Er zijn onderzoekers die alle bepalingen in staande houding van de proefpersoon verrichten, anderen prefereren een zittende houding.

Indien echter bij dezelfde personen dit onderzoek in verschillende houdingen uitgevoerd wordt, bestaat de kans dat er verschillende prestaties geleverd worden (Leonards, 1966).

Bij jonge kinderen kan het wenselijk zijn het kind vóór de onderzoeker, die op een stoel gezeten is, te laten staan waarbij de peak flow meter door de onderzoeker vastgehouden wordt (Anderson et al., 1967).

Dugdale et al. (1968) verrichtten een onderzoek bij 261 kinderen van 6-13 jaar, die allen in zittende houding door de peak flow meter bliezen.

Leonards (1966) en Biersteker et al. (1969) verrichtten hun onderzoek bij volwassenen en kinderen in staande houding van de proefpersonen.

Matilla et al. (1966) en Kamat et al. (1966) onderzochten volwassenen in zittende houding van de proefpersonen op peak flow prestaties.

Eigen onderzoek

Bij dezelfde kinderen zijn in staande en zittende houding twee series van waarnemingen verricht. Een groep van 102 schoolkinderen blies in wisselende volgorde in staande en zittende houding waarbij PEF-prestaties in elke houding apart genoteerd zijn.

Bij een andere groep van 36 kinderen werd ook steeds in wisselende volgorde, peak flow prestaties bepaald in staande en liggende houding.

Door de houdingen van de kinderen steeds in wisselende volgorde te doen plaats hebben worden leer-effect en vermoeidheidsfactoren gelijk over alle waarnemingen verspreid.

De drie hoogste waarden van elk kind in elke serie zijn genoteerd en de hoogste van deze drie als de maximale PEF-waarde beschouwd. In elke serie is door elk kind 6 $\times$ geblazen.

De onderzochte kinderen behoorden tot een school voor GLO en een school voor LEAO. In totaal hebben aan dit onderzoek 100 coöperatieve leerlingen deelgenomen (52 jongens en 48 meisjes) waarbij 4 kinderen met manifeste astma bronchiale en 3 kinderen met recidiverende bronchitis. Ook waren in deze groep 22 kinderen met anamnestiche longpathologie, langer dan een jaar geleden doorgemaakt.

Twee kinderen met astma bronchiale presteerden ten opzichte van hun lichaamslengten te lage peak flow waarden. De overige kinderen met astma, chronische bronchitis en anamnestiche longpathologie presteerden allen normale PEF-waarden.

Uit een daartoe samengestelde frequentie-verdeling (tabel 3.16) van PEF-verschillen naar aantallen jongens en meisjes, die eerst in staande of zittende houding geblazen hebben, kan berekend worden in welke mate hogere prestaties geleverd worden in staande of in zittende houding.

Bij jongens is gebleken, dat het mediane verschil +3,1 l/min. is, indien eerst in staande, dan in zittende houding geblazen wordt. Het mediane verschil is +4,1 l/min. als eerst in zittende, dan in staande houding wordt geblazen.

Bij meisjes is het mediane verschil +3,8 l/min. als eerst in staande, dan in zittende houding wordt geblazen en +7,1 l/min. als eerst in zittende, dan in staande houding wordt geblazen.

Hieruit blijkt, dat er geen significante verschillen voorgekomen zijn in peak flow prestaties in staande of zittende houding zowel bij jongens als bij meisjes.

Toets van student voor gepaarde waarnemingen. Significantie = 5%.

Van de groep kinderen, die in staande en liggende houding onderzocht zijn, bleken van 35 kinderen peak flow prestaties in staande houding hoger te zijn dan in liggende houding. Totaal bestond deze groep uit 36 kinderen, zodat overtuigend gebleken is, dat in liggende houding de minst goede resultaten worden bereikt.

Conclusie

Uit dit onderzoek is gebleken dat zowel in rechtop staande als in rechtop zittende houding betrouwbare maximale peak flow waarden verkregen kunnen worden. In liggende houding dient men zeker rekening te moeten houden met lagere prestaties dan in staande of zittende houding.

3.3.4 Variaties van peak flow waarden in de loop van de dag en verschillen in peak flow waarden gemeten op verschillende dagen

Literatuur

Dat peak flow waarden in de loop van een dag variaties tonen is bij astmatische kinderen door Limburg (1968) waargenomen en beschreven. Uit het onderzoek van Limburg in het astmacentrum 'Eykeloord' is gebleken dat bij 10 jongens de dagelijks gemeten peak flow waarden te 08.00 uur, 11.00 uur en 18.00 uur bij een onderzoek gedurende 35 dagen, duidelijke *dagvariaties* voorkomen. 's Middags zijn peak flow waarden hoger dan 's ochtends en 's avonds. Een aantal in een kinderkliniek opgenomen kinderen zonder bronchopulmonale aandoeningen toonden deze dagelijkse variaties niet. Deze kinderen waren op dezelfde wijze onderzocht.

Ook stelde Limburg (1968) een onderzoek in ter oriëntering naar *dagelijkse wisselingen* van peak flow waarden van gezonde kinderen gedurende meerdere dagen. Hiertoe zijn dagelijks op school, gedurende 29 dagen, 10 jongens en 10 meisjes onderzocht tijdens het speelkwartier. Deze kinderen hadden geen duidelijke CARA-anamnese. In de loop van 29 dagen was bij alle kinderen een duidelijke spreiding van peak flow prestaties waar te nemen.

Détry (1966) beschreef deze variaties bij volwassen patiënten met chronische bronchitis. Van 9 patiënten bepaalde hij gedurende 10 dagen peak flow waarden om 08.00 uur, 12.00 uur en 16.00 uur. Hierbij vond hij bij alle 9 patiënten te 12.00 uur hogere gemiddelde waarden dan in de ochtend en in de middag. Verschillen in peak flow waarden op verschillende dagen bepaald, zijn groter dan variaties in de loop van één dag.

Shephard (1962) stelt dagvariaties op 8,0–6,3% en variaties gedurende verschillende dagen op 4,5–2,8%.

Fairbairn et al. (1962) stellen variaties gedurende verschillende dagen op 6,4–7,7%.

Lockhart et al. (1960) stellen variaties optredende op verschillende dagen op 10%.

Eigen onderzoek

Om individuele variaties van peak flow waarden van gezonde kinderen *in de loop van één dag* vast te stellen, zijn van 70 leerlingen van 6-12 jaar van 2 Hilversumse gewone lagere scholen peak flow waarden bepaald op drie verschillende tijdstippen:

I Van 08.45-09.00 uur

II Van 11.30-11.45 uur

III Van 15.30-16.00 uur

Totaal zijn 35 jongens en 35 meisjes onderzocht, die in 8 groepen aan dit onderzoek deelgenomen hebben (6 groepen van 8 kinderen, een groep van 10 en een groep van 12 kinderen).

Aangezien ieder kind meerdere series geblazen heeft, kunnen hun geregistreerde peak flow prestaties als zeer betrouwbaar beschouwd worden door oefening en door hun enthousiaste medewerking.

Van deze 70 kinderen bereikten 11 kinderen in periode I, 23 kinderen in periode II en 17 kinderen in periode III maximale PEF-prestaties, terwijl 19 kinderen in verschillende perioden dezelfde maximale peak flow prestaties leverden (tabel 3.17).

In percentages uitgedrukt blijkt dat van deze kinderen 43% in periode II, 31% in periode III en 26% in periode I de hoogste prestaties leverden. Gebleken is dat deze verschillen in prestaties gedurende deze drie perioden niet significant zijn. Toets van student voor gepaarde waarnemingen. Significantie = 5%.

Dagelijkse verschillen variëren van 0 tot 45 l/min. Verschillen tot 20 l/min. zijn vastgesteld bij 71% en verschillen van 25 tot 45 l/min. bij 29% van het totaal aantal onderzochte kinderen (tabel 3.18).

Door 5 groepen van deze lagere-school kinderen is deelgenomen aan een onderzoek naar verschillen in peak flow prestaties bepaald op *verschillende dagen* bij dezelfde kinderen. Dit zijn kinderen, die in dezelfde groepen ook hebben deelgenomen aan het onderzoek naar individuele verschillen van PEF-prestaties in de loop van één dag (tabel 3.18).

In totaal hebben 40 kinderen hieraan deelgenomen, waarvan bij vier groepen gedurende 4 achtereenvolgende dagen en bij 1 groep gedurende 3 achtereenvolgende dagen PEF-bepalingen zijn verricht.

Van deze 40 kinderen presteerden 3 kinderen dezelfde peak flow waarden, terwijl 37 kinderen verschillen in peak flow prestaties toonden gedurende 3-4 dagen.

Bij het hoogste percentage (65%) van dit aantal kinderen zijn verschillen in PEF-prestaties gevonden van 5 en 10 l/min., gevolgd door een percentage van 15% met verschillen van 15 en 20 l/min. Hogere verschillen tot 50 l/min. zijn slechts bij 13% van dit aantal kinderen waargenomen.

Conclusie

Uit dit onderzoek is gebleken dat peak flow prestaties van kinderen op verschillende tijden van de dag geen significante verschillen tonen.

Verschillen in individuele peak flow prestaties op verschillende dagen zijn in het algemeen niet groter gebleken dan verschillen gedurende één dag.

3.4 Peak flow onderzoek door verschillende onderzoekers

Zoals eerder vermeld (par. 2.2.5) kunnen persoonlijke factoren bij de onderzoeker aanleiding zijn van minder betrouwbare peak flow bepalingen.

Om een indruk te verkrijgen van verschillen tussen geregistreeerde peak flow waarden vastgesteld door verschillende onderzoekers, werkende met verschillende peak flow meters, is hiernaar een onderzoek ingesteld.

Twee peak flow meters zijn gebruikt (no. 5116 en no. 5154) door vier onderzoekers, waarbij dezelfde groepen van kinderen steeds onderzocht zijn door twee onderzoekers.

Tot de vier onderzoekers behoren: 2 artsen (onderzoeker 1 en 2), een schoolverpleegster (onderzoeker 3) en de assistente van de bedrijfsarts (onderzoeker 4). Deze onderzoekers zijn allen werkzaam bij de GG en GD te Hilversum alwaar dit onderzoek ook plaats gehad heeft. Onderzoeker 1 en 3 hadden wel, doch onderzoeker 2 en 4 geen praktische ervaring in peak flow onderzoek. Door onderzoeker 1 is peak flow meter no. 5116, door de andere onderzoekers peak flow meter no. 5154 gebruikt. Beide peak flow meters zijn geijkt en herijkt, waarbij gebleken is dat beide apparaten als zeer betrouwbaar aangemerkt kunnen worden (tabel 3.5).

Uit geregistreeerde peak flow waarden van beide peak flow meters zijn met behulp van correctie-tabellen, gecorrigeerde PEF-waarden verkregen.

De bepalingen zijn door de onderzoekers onafhankelijk van elkaar verricht, waarbij onderzoekers 2 en 4 alleen instructie verkregen hebben uit instructiefolders, verstrekt door de leverancier van peak flow meters.

Resultaten

1ste Serie

Het onderzoek is begonnen met 21 leerlingen van 14-17 jaar: 17 meisjes van een NO-school en 4 jongens van een school voor MAVO.

Deze scholieren zijn eerst door onderzoeker 1 met peak flow meter no. 5116 op peak flow prestaties onderzocht en daarna verwezen naar onderzoeker 4 in een andere onderzoekruimte. Tussen beide onderzoekingen ligt een periode van 15-20 minuten.

Bij onderzoeker 4 is op peak flow meter no. 5154 in totaal 45 l/min. minder gepresteerd dan bij onderzoeker 1 op peak flow meter no. 5116. Dit betekent, dat gemiddeld per persoon, 2,1 l/min. minder gepresteerd is bij onderzoeker 4.

2de Serie

Het daarop volgend gedeelte van dit onderzoek is verricht door onderzoeker 1 en onderzoeker 3 in dezelfde onderzoekruimte. Tijdsduur tussen beide onderzoeken was 5-10 minuten.

Peak flow metingen zijn door beide onderzoekers steeds in wisselende volgorde verricht waarbij geregistreerde waarden van de ene onderzoeker niet bekend waren aan de andere. Door deze volgorde van metingen zijn leer-effect en vermoeidheidsfactoren gelijk over alle waarnemingen verdeeld.

In deze serie zijn 16 jongens en 6 meisjes van 15-16 jaar van een school voor MAVO onderzocht.

Bij onderzoeker 3 is in totaal door 22 scholieren op peak flow meter no. 5154, 40 l/min. meer gepresteerd dan bij onderzoeker 1 op peak flow meter no. 5116. Dit betekent dat bij onderzoeker 3 met peak flow meter no. 5154 gemiddeld per persoon 1,8 l/min. meer gepresteerd is.

3de Serie

Het laatste gedeelte van dit onderzoek is verricht door de onderzoekers 1 en 2. Ook hier zijn de kinderen eerst door onderzoeker 1 op peak flow prestaties onderzocht, daarna door onderzoeker 2 in een andere onderzoekruimte. Tussen beide onderzoeken ligt een tijdsduur van 15-20 minuten.

In totaal zijn 21 leerlingen van een school voor MAVO onderzocht: 17 jongens en 4 meisjes van 13-16 jaar.

Bij onderzoeker 2 heeft deze groep op peak flow meter no. 5154 in totaal 40 l/min. meer gepresteerd dan bij onderzoeker 1 op peak flow meter no. 5116. Dit betekent dat bij onderzoeker 2 met peak flow meter no. 5154 gemiddeld per persoon 1,9 l/min. meer gepresteerd is.

Conclusie

Bij peak flow bepalingen door verschillende onderzoekers verricht met verschillende peak flow meters bij dezelfde kinderen, is gebleken dat peak flow prestaties zeer geringe onderlinge verschillen tonen.

Hieruit is gebleken dat uniforme gecorrigeerde peak flow waarden verkregen kunnen worden indien gebruik gemaakt wordt van apparatuur waarvan de nauwkeurigheid door ijking en herijking is vastgesteld.

4 PEAK FLOW WAARDEN VAN LEIDSE EN HILVERSUMSE SCHOOLKINDEREN

4.1 *Onderzoek van een populatie*

Voor peak flow onderzoek van een populatie is het noodzakelijk enkele kenmerkende eigenschappen van de populatie zo duidelijk mogelijk te omschrijven. Tot deze kenmerkende eigenschappen behoren:

- nationaliteit,
- plaats of streek waar het onderzoek plaats heeft gehad,
- sociale welstandsgraad van de onderzochte personen,
- geslacht, leeftijd, lengte, gewicht en thorax-afmetingen van de onderzochte personen.
- rijpingskenmerken bij kinderen.

Met betrekking tot de plaats of streek waar een longfunctie-onderzoek verricht is, speelt in geïndustrialiseerde gebieden de mate waarop luchtverontreiniging aanwezig is een belangrijke rol.

De sociale welstandsgraad van kinderen wordt bepaald door de beroepsgroep van vader of verzorger(ster). Lengte en rijpingskenmerken zijn van betekenis omdat er aanwijzingen zijn dat grote en gespierde adolescenten harder blazen dan jongere kinderen.

Voor bepaling van standaard peak flow waarden dienen uitsluitend kinderen onderzocht te worden, die zowel lichamelijk als geestelijk gezond geacht kunnen worden. Zeker dienen kinderen met manifeste of anamnestiche longpathologie van dit onderzoek uitgesloten te worden! Ook zijn defecten, die ventilatoire functies afbreuk doen, van belang zoals misvormingen van thorax en (of) wervelkolom, paretische musculatuur van borst- buikwand, een asthenische habitus en afwijkingen van mond- en keelholte.

Vanzelfsprekend dienen van groeperingen naar geslacht, leeftijd, lengte en gewicht, een statistisch verantwoord aantal onderzocht te zijn.

Tekortkomingen aan bovengestelde voorwaarden zullen aan het onderzoek afbreuk doen. In verband hiermede kan worden gewezen op het onderzoek van Lunn (1965) van 3556 schoolkinderen waarbij van een aantal scholen in Sheffield 'all the available children irrespective of their history of past illnesses'

zijn onderzocht, terwijl ook kinderen met symptomen van respiratoire aandoeningen niet uitgesloten zijn. Deze populatie was dus niet homogeen aangezien een onbekend aantal kinderen met longafwijkingen hieraan deel hadden genomen, die mogelijk afwijkende peak flow waarden hadden gepresteerd.

Ook wijs ik op het onderzoek van Lockhart et al. (1960) waarbij gemiddelde peak flow waarden zijn bepaald bij 'Hospital-staff and flax-workers', totaal 105 mannen en 74 vrouwen omvattende zonder aanduiding van leeftijd of leeftijdsgroepen.

Bepaling van standaard peak flow waarden uit meer dan één populatie is slechts mogelijk indien beide populaties kenmerkende eigenschappen bezitten, die niet of zeer weinig van elkaar verschillen, deze populaties dus homogeen zijn.

Bij vergelijking van standaard peak flow waarden van verschillende populaties, dient de mate te worden vastgesteld waarin zij verschillen vertonen in kenmerkende eigenschappen.

Ook voor het verkrijgen van inzicht in afwijkende peak flow waarden is het bovenstaande van betekenis. Dit geldt zowel voor peak flow onderzoek van personen met longpathologie in de anamnese als met manifeste longpathologie.

De groep met pathologie kan nader onderverdeeld worden naar diagnose, ernst van de aandoening en periode waarin de ziekte is doorgemaakt.

Een vergelijking tussen diagnostisch vergelijkbare groepen is dan mogelijk evenals een vergelijking van deze groepen met een groep gezonde personen.

4.2 Literatuur

Door buitenlandse onderzoekers zijn peak flow bepalingen verricht bij kinderen van diverse leeftijdsgroepen zowel met het low range type als het standaard type peak flow meter.

Deze bepalingen zijn verricht:

- ter vaststelling van *standaard waarden* bij kinderen,
- om de invloed te onderzoeken van *luchtverontreiniging* op de expiratoir-ventilatoire capaciteit en
- om de invloed van *astma bronchiale* op peak flow waarden van astmatische kinderen vast te stellen.

Met de *low range peak flow meter* zijn door Anderson, J. P. (1966) en door Anderson, D. O. et al. (1967) onderzoeken verricht bij kinderen van 4-7 jaar.

Anderson, J. P. (1966) bepaalde peak flow waarden bij 180 Engelse kinderen van 4-6 jaar. Slechts bij 5 kinderen was dit onderzoek niet mogelijk wegens onvoldoende coöperatie. Verschillen tussen 3 inblazingen van ieder kind bleken gering te zijn. Bij jongens waren de verschillen 0-5 l/min. in 41% en 6-10 l/min. in 28%. Bij meisjes zijn verschillen van 0-5 l/min. in 25% en van

6-10 l/min. in 31% van het totaal aantal onderzochte kinderen geconstateerd. Maximale waarden hoger dan 200 l/min. zijn niet geconstateerd terwijl geen lagere waarden dan 125 l/min. geregistreerd zijn.

De low range peak flow meter is nuttig gebleken speciaal voor subklinische bronchospasmen.

Bij vergelijking van low range en standaard type is gebleken, dat er een gemiddeld verschil bestond van slechts 5 l/min. hoewel er ook verschillen opgetreden zijn van 29 l/min. in beide richtingen.

Dit onderzoek omvatte een populatie van Engelse kleuterschoolkinderen.

Anderson, D. O. et al. (1967) bepaalden peak flow waarden van schoolkinderen in twee streken van Br. Columbia tijdens een epidemiologisch onderzoek naar het voorkomen van respiratoire aandoeningen in een omgeving waar een grote papierfabriek gevestigd is, en in een contrôlestreek.

Dit was een pilot onderzoek gebaseerd op het feit, *dat een kind een gevoelige indicator is van het biologisch aspect van meteorologische of geografische variabelen.*

Een jong kind, een niet-roker, woont, speelt en gaat naar school in een streek, die geografisch beperkt is en waar kwaliteiten van de lucht en meteorologische aspecten te meten zijn (Anderson, D. O. et al., 1967).

Bij dit onderzoek zijn lagere-schoolkinderen van zes- en zevenjarige leeftijd onderzocht: 370 jongens en 331 meisjes. Van de jongens bliezen 13,8%, van de meisjes 9,1% meer dan 200 l/min.

Voor jongens van 7 jaar met een gemiddelde lengte van 121 cm vonden zij een gemiddelde peak flow waarde van 178,7 l/min., bij meisjes van dezelfde leeftijd met een gemiddelde lengte van 120 cm een gemiddelde peak flow waarde van 171,8 l/min.

Zij zijn van mening, dat voor schoolkinderen een peak flow meter beschikbaar moet zijn met een meetbereik van 100-400 l/min. Ook zijn zij van mening, dat bij onderzoek van groepen personen steeds dezelfde peak flow meter gebruikt dient te worden, of, *dat met een speciale methode, verschillende peak flow meters onderling vergeleken kunnen worden.*

Bij dit onderzoek is gebleken, dat de peak flow meter van waarde is bij epidemiologische studies. Hiermede kunnen verschillen in longfuncties, veroorzaakt door geografische omstandigheden, aangetoond worden.

Met de *standaard peak flow meter* zijn door Nairn et al. (1961), Heaf et al. (1962), Murray et al. (1963), Toyama (1964), Chiang et al. (1965), Lunn (1965), Watanabe (1965), Ferris (1967), Dugdale et al. (1968), Holland et al. (1969) en Biersteker et al. (1969) peak flow waarden van kinderen bepaald.

Van deze onderzoekers bepaalden: Toyama, Watanabe, Ferris en Holland et al. peak flow waarden van kinderen in verband met epidemiologische studies naar het voorkomen van respiratoire stoornissen als gevolg van luchtverontreinigingen. Een dergelijk onderzoek is in Nederland door Biersteker verricht.

Nairn et al. (1961) verrichtten peak flow bepalingen bij 421 gezonde schoolkinderen van 6-18 jaar in Inverness (Engeland). Bij jongens werd een gelijkmatige stijging met de leeftijd waargenomen van gemiddelde peak flow waarden van 200 tot 530 l/min., bij meisjes van 200 tot 430 l/min.

Kenmerkend was de duidelijk doorzettende stijging van peak flow waarden bij jongens vanaf het 14de jaar. Bij meisjes was een dergelijke stijging na het 14de jaar niet duidelijk meer waar te nemen. Hij wijst hierbij op een zelfde verschijnsel beschreven door Strang (1959), die spirometrisch de 1-sec. capaciteit bepaald heeft van jongens en meisjes van 7-18 jaar.

Heaf et al. (1962) bepaalden peak flow waarden van gezonde en astmatische kinderen van 5-14 jaar. In totaal zijn 40 kinderen onderzocht. Peak flow waarden van astmatische kinderen bleken lager te zijn dan van gezonde kinderen. Ook is met peak flow bepalingen onderzocht in welke mate astmatische kinderen op therapie reageren waarbij dagelijkse verbeteringen zich in hogere peak flow waarden weerspiegelden.

Murray et al. (1963) bepaalden peak flow waarden van 220 gezonde schoolkinderen in de leeftijden van $4\frac{1}{2}$ - $18\frac{1}{2}$ jaar te Boston (Massachusetts). Aan dit onderzoek werd deelgenomen door 132 jongens waarvan de lengten van 109-194 cm en 88 meisjes waarvan de lengten van 96-173 cm varieerden.

Bij al deze bepalingen werd dezelfde peak flow meter gebruikt, ieder kind blies $3 \times$ en de hoogste waarde is als de maximale peak flow beschouwd.

Standaardwaarden kunnen berekend worden volgens de formule:

peak flow rate = $4,65 \times \text{lengte} - 344$, geldend voor meisjes, en:

peak flow rate = $5,70 \times \text{lengte} - 480$, geldend voor jongens.

Lichaamslengte zou hierbij een belangrijk gegeven zijn om standaard peak flow waarden te voorspellen.

Toyama (1964) heeft de invloed onderzocht van atmosferische factoren op longfuncties van schoolkinderen in het Kawasaki industrie-gebied. In deze streek zijn 10-11-jarige kinderen van twee scholen longitudinaal onderzocht. Een school was gelegen in een gebied met sterke luchtverontreiniging, de andere school lag in een gebied waar geen luchtverontreiniging voorkwam. Hierbij is gebleken, dat peak flow waarden van kinderen in het verontreinigde gebied sterk beïnvloed werden door het maandelijkse niveau van de mate van luchtverontreiniging. Bij een sterkere mate van periodieke luchtverontreiniging, komen gemiddeld lagere peak flow waarden voor. Schoolkinderen uit het contrôlegebied toonden een geleidelijke stijging van peak flow waarden in verband met geleidelijke toename van lengtegroei.

Chiang et al. (1965) onderzochten 207 jongens en 164 meisjes op peak flow prestaties naar leeftijd. Het waren schoolkinderen van een lagere school en twee scholen voor voortgezet onderwijs in Taipei (gelegen in Taiwan). Hun leeftijden varieerden van 7-18 jaar. Zij constateerden geen significante verschillen in gemiddelde peak flow waarden van jongens en meisjes van 7-11

jaar, maar tussen 12 en 14 jaar tonen jongens een sterkere stijging van peak flow waarden dan meisjes. Boven deze leeftijden zet deze stijging zich bij de jongens voort en zijn dan hoger dan peak flow waarden van meisjes.

Lunn (1965) bepaalde peak flow waarden, vitale capaciteit en 1-sec. capaciteit van 3556 schoolkinderen in Sheffield (Engeland). Het waren kinderen uit 18 scholen, die voor dit onderzoek beschikbaar waren. De leeftijden van deze kinderen varieerden van 4-11 jaar (par. 4.1). Bij lichaamslengten van jongens en meisjes variërende van minder dan 100 cm tot meer dan 155 cm zijn standaardwaarden voor jongens van 118-323 l/min. gevonden, bij meisjes van 109-359 l/min.

Watanabe (1965) bepaalde peak flow waarden en spirometrisch de vitale capaciteit van kinderen in Osaka in verband met luchtverontreiniging. Het verschil in longfunctie van schoolkinderen van twee scholen, waarvan een school in sterk verontreinigde en de andere in minder sterk verontreinigde lucht gelegen was, is onderzocht onder andere met peak flow bepalingen.

Het aantal kinderen van de school in sterk verontreinigd gebied (T-school) was 139 en het aantal kinderen van de school in minder sterk verontreinigd gebied (M-school) was 150. Deze kinderen waren 10-11 jaar oud. Er was geen significant verschil tussen lengte- en thoraxmaten van de kinderen op beide scholen.

Peak flow waarden zijn bepaald in de maanden september tot en met december 1963, evenals de vitale capaciteit.

Kinderen van de T-school toonden in de maand december voor ongeveer 39% lagere individuele peak flow waarden vergeleken met standaardwaarden. Van de M-school vertoonden ongeveer 19% van de schoolkinderen lagere individuele peak flow waarden in dezelfde maand.

Individuele verschillen van de vitale capaciteit zijn onder kinderen van beide scholen niet waargenomen zoals die bij peak flow metingen tot uiting kwamen.

Ferris (1967) bepaalde peak flow waarden van in totaal 1408 kinderen van 7 lagere scholen in Berlin (New Hampshire). Voor een deel had dit onderzoek plaats in de maanden januari-juni 1966 waarbij 716 kinderen onderzocht zijn. Voor een ander gedeelte is dit onderzoek verricht in de maanden september 1966 tot juni 1967 waarbij 692 kinderen onderzocht zijn.

Hieruit is gebleken dat, waarschijnlijk ten gevolge van luchtverontreiniging, peak flow waarden van deze kinderen in de maand juni het laagste waren die behoorden tot scholen gelegen in een gebied met de sterkste luchtverontreiniging.

Dugdale et al. (1968) bepaalden standaard peak flow waarden van 261 gezonde schoolkinderen in Brisbane (Australië) tezamen met hun 1-sec. capaciteit en vitale capaciteit. De leeftijden van deze kinderen varieerden van 6½-12½ jaar.

Bevredigende peak flow waarden kunnen verkregen worden vanaf 5-jarige leeftijd en soms zelfs op jongere leeftijd.

Van jongens van 100-180 cm lengte zijn standaard peak flow waarden ge-

vonden van 150-530 l/min., voor meisjes van dezelfde lengten van 160-510 l/min.

Holland et al. (1969) onderzochten in totaal 10.971 schoolkinderen in vier verschillende landstrekken in Kent (Engeland). Dit onderzoek was er op gericht om beïnvloeding van peak flow waarden na te gaan door luchtverontreiniging, het al of niet aan bronchitis en (of) pneumonie te hebben geleden, sociale welstandsklasse en gezinsgrootte.

Uit dit onderzoek is gebleken, dat vooral bij kinderen van 5-8 jaar, significant lagere peak flow waarden voorkwamen in de streek met de sterkste luchtverontreiniging. Verschillen tussen hogere leeftijdsgroepen van 9-14 jaar in de vier verschillende landstrekken waren minder significant.

Kinderen zonder longpathologie in de anamnese bereikten significant hogere peak flow waarden dan kinderen, die bronchitis en (of) pneumonie hadden doorgemaakt.

De ouders van de onderzochte kinderen waren in vier welstandsgroepen verdeeld. Het niveau van peak flow waarden van kinderen uit de twee hoogste welstandsgroepen bleek hoger te zijn dan van kinderen uit beide lagere welstandsgroepen. Deze verschillen waren statistisch significant bij meisjes van 5-8 jaar, jongens van 9-13 jaar en meisjes ouder dan 14 jaar.

Verder is uit dit onderzoek gebleken dat peak flow waarden van kinderen lager zijn naarmate het gezin groter is.

Biersteker et al. (1969) onderzochten ongeveer 1000 schoolkinderen in Rotterdam, voor de helft afkomstig uit een centrale stadswijk met betrekkelijk sterke luchtverontreiniging, en voor de andere helft uit een schonere randwijk. Verschillen in peak flow prestaties van kinderen uit deze beide stadswijken zijn niet aangetoond.

Een onderzoek naar de expiratoir-ventilatoire capaciteit van schoolkinderen met de peak flow meter is door ons (Harms et al., 1969) verricht onder Leidse schoolkinderen. Hierbij zijn 1500 kinderen van 4-21 jaar onderzocht met de low range en standaard peak flow meter. Hierbij zijn standaardwaarden naar leeftijd (medianen waarden) en gemiddelde peak flow waarden naar lengte vastgesteld van gezonde schoolkinderen.

Correlatie-coëfficiënten

Door verschillende onderzoekers is de correlatie bepaald tussen peak flow waarden en andere variabelen als: leeftijd, lengte, gewicht etc. (tabel 2.1).

Hieruit blijkt, dat Anderson en Kinnis (1967) de laagste correlatie-coëfficiënten vaststelden. Wellicht houdt dit verband met de leeftijd van de door hen onderzochte kinderen, die 6-7 jaar oud waren. Aangezien peak flow waarden het best met lengte correleren en deze lichaamsmaat met eenvoudige middelen vrij nauwkeurig tijdens het onderzoek is vast te stellen, verdient het aanbeveling om peak flow waarden vooral naar lengte te beoordelen (Nairn, 1961; Lunn, 1965).

Spreiding van peak flow waarden

Onder gezonde kinderen is, evenals bij volwassenen, een vrij grote spreiding van peak flow waarden geconstateerd.

Nairn (1961) vond een standaardafwijking van $\pm 13,4\%$ voor gemiddelde peak flow waarden naar lengte.

Murray et al. (1963) vonden voor gemiddelde peak flow waarden naar lengte bij jongens een standaardafwijking van $14,5\%$, bij meisjes van $14,3\%$. Hij merkt hierbij op dat de ruime spreiding veroorzaakt wordt door geslachtsverschillen en verschillen in lichaamsmaten bij gelijke leeftijden.

Een andere oorzaak ziet Leonards (1966) in de wisselende grootte van de doorsneden van de bronchiaalboom, die van mens tot mens verschillen. Minimale verschillen in doorsnede van de ademhalingswegen veroorzaken reeds belangrijke verschillen van bronchiaalweerstand. Zo vond hij bij volwassen mannen en vrouwen standaardafwijkingen van peak flow waarden naar leeftijd van respectievelijk $15,4\%$ bij mannen en $13,9\%$ bij vrouwen.

Rivera (1962) bepaalde pneumotachografisch peak flow waarden van 30 gezonde en 21 astmatische kinderen in de leeftijden van 3-5 jaar. Bij deze kinderen vond hij een gemiddelde peak flow waarde van 108 l/min. met een standaardafwijking van $25,7 \text{ l/min.}$ 'Door deze ruime spreiding wordt een afgrenzing ten opzichte van pathologisch (afwijkende) waarden bemoeilijkt'.

Lyons (1960) beschouwt waarden beneden de 70% van de MEFR als abnormaal zowel voor jongens als voor meisjes.

4.3 Opzet onderzoek

4.3.1 Organisatie

Onderzoek van Leidse schoolkinderen is verricht tijdens het schooljaar 1967/'68, van Hilversumse schoolkinderen tijdens het schooljaar 1968/'69.

In Leiden zijn schoolkinderen van 4 kleuterscholen (KO-scholen), 12 lagere scholen (GLO-scholen) en adolescenten van 10 scholen voor voortgezet onderwijs (VO-scholen) onderzocht. In Hilversum kinderen van 11 kleuterscholen, 14 lagere scholen en adolescenten van 9 scholen voor voortgezet onderwijs (tabel 4.1).

Elk kind is $1 \times$ in het onderzoek betrokken geweest; alle waarnemingen in Leiden zijn zonder hulp van de schoolverpleegster verricht, in Hilversum zijn lengte en gewicht door de schoolverpleegster bepaald.

Voor het Hilversumse schoolonderzoek zijn andere peak flow meters van het standaard- en low range type gebruikt dan in Leiden.

De gehele uitgebreide registratie is, zonder hulp van schoolverpleegster of assistente, verricht door de auteur.

4.3.2 Registratie en codering

Voor het onderzoek van Leidse en Hilversumse schoolkinderen zijn dezelfde, speciaal voor dit doel ontworpen, registratie-formulieren gebruikt (fig. 4.1).

Anamnestiche gegevens omvatten:

- naam (initialen), geboortedatum, onderzoekdatum, rangnummer van het kind en aantal kinderen uit het gezin.
- beroep van vader of verzorger(ster).
- sportbeoefening en rookgewoonten.
- doorgemaakte longpathologie en behandeling.
- bij meisjes gegevens betreffende de menarche.

Onderzoek gegevens omvatten:

- geslachtelijke rijpingskenmerken van jongens en meisjes.
- lengte en gewicht.
- thoraxmaten.
- gemeten peak flow waarden (de drie hoogste waarden uit een serie van 6 inblazingen).
- bevindingen van fysisch onderzoek van hart en longen.
- inspectie bevindingen van mond- en keelholte evenals van de lichaams-houding.
- beoordeling van de coöperatie.

Ten behoeve van kinderen, die onder behandeling waren van het astma-centrum zijn niet alle onderzoekgegevens, zoals boven aangegeven, vermeld. Voor deze groep is een apart registratie-systeem toegepast waarbij o.a. de graad van ernst over het afgelopen jaar en van de laatst doorgemaakte astmatische aanval zijn geregistreerd evenals gegevens betreffende therapie.

Voor kleinere groepen van kinderen is voor het onderzoek dit uitgebreide registratie-systeem niet gebruikt, maar zijn de gegevens op eenvoudiger formulieren ingevuld, zoals bij enkele nevenonderzoekingen.

4.3.3 Uitvoering onderzoek

4.3.3.1 *Anamnestiche gegevens*

Scholen

De onderzochte kinderen behoren tot de volgende scholen: KO, GLO, VGLO (=LEAO), ULO, VHMO, LTS, NO (m), BLO (waaronder LOM), welke scholen tot het onderzoekgebied behoren van onderzoeker.

Klassen

De onderzochte klassen van de Leidse scholen zijn: KO: jongste jaargroep, GLO: 1ste, 3de en 6de klasse, VGLO en ULO: 2de klasse, LTS en NO (voor meisjes): 2de klasse, Lyceum: 2de en 3de klasse, Gymnasium: 2de en 6de klasse.

Van de Hilversumse scholen zijn de onderzochte klassen: KO: jongste jaargroep, GLO: 1ste, 3de en 5de klasse, ULO: 3de klasse, NO (voor meisjes): 3de klasse, Gymnasium: 5de klasse. BLO voor debliele kinderen: alle kinderen, die in staat waren tot peak flow onderzoek, LOM: alle groepen, die op de dag van onderzoek aanwezig waren.

Naam

Achternaam en voorletters (initialen) zijn van alle kinderen genoteerd om nadere bijzonderheden eventueel terug te kunnen vinden in onderzoekformulieren van de GG en GD's, die in de centrale administratie bewaard worden.

Geslacht

Uit literatuurstudie valt op te maken dat verschillen in peak flow waarden naar geslacht zeker te verwachten zijn.

Geboortedatum

Deze datum is geverifieerd met gegevens uit het famileregister (trouwboekje) van de ouders, die zij steeds bij zich dienen te hebben bij begeleiding van kleuters en lagere-schoolkinderen voor het schoolonderzoek.

Onderzoekdatum

Hiervoor is de datum genoteerd waarop het onderzoek plaats heeft. De leeftijd is machinaal op 1 dag nauwkeurig af te leiden uit geboorte- en onderzoekdatum.

Aantal kinderen

Hiertoe behoren kinderen, die uit één moeder geboren zijn. Medegerekend zijn overleden kinderen en doodgeborenen. Doodgeboren premature kinderen zijn ook hierbij nog medegerekend, gevallen van abortus niet.

Rangnummer

Hiermede is het nummer van volgorde van geboorte uit dezelfde moeder bedoeld. Bij kleuter- en lagere-schoolkinderen is dit geverifieerd aan de hand van het trouwboekje, bij oudere kinderen volgens mondelinge gegevens.

Beroep vader

Bij het noteren van het beroep is vermeld of dit beroep zelfstandig uitgeoefend wordt of dat de vader in loondienst werkzaam is. Dit in verband met vast-

stelling van de beroepengroep volgens indeling in de beroepenklapper van de afdeling Culturele Statistiek van het CBS.

*Sport**

Sportbeoefening is onderscheiden in:

- a. *Schoolsport*, inclusief schoolzwemmen van lagere-schoolkinderen.
- b. *Sport buiten schoolverband*, waarbij elders aan sport wordt gedaan in verenigingsverband, inclusief ballet. Hiertoe zijn niet gerekend: padvinderij, paardrijden, toneel en schaken.

*Rookgewoonten**

Hierbij is nagegaan in welke mate er wel of niet gerookt wordt volgens onderstaande mogelijkheden:

- helemaal niet, zelden, 1-10 sigaretten per dag, 11-20 sigaretten per dag en meer dan 20 sigaretten per dag.
- wat pijproken betreft: niet, zelden, 1-5 per dag, 6-10 per dag en meer dan 10 per dag.

Longziekten

Anamnestiche gegevens betreffende doorgemaakte of nog aanwezige longaandoeningen zijn bij beoordeling van peak flow prestaties van groot belang.

Hierbij is van betekenis *welke* longaandoeningen het kind heeft meegemaakt en *wanneer* het daaraan geleden heeft.

Zo nauwkeurig mogelijk is naar deze gegevens informatie ingewonnen naar aard, mate en duur van doorgemaakte longaandoeningen en naar de daarbij toegepaste therapie. Ook zijn informaties ingewonnen of behandeling door huisarts en (of) specialist is ingesteld.

Voornamelijk gaat het om doorgemaakte of nog aanwezige chronische en acute bronchitiden, het aanwezig zijn van astma bronchiale, anamnestic of met manifeste symptomen, en het doorgemaakt hebben van pneumonie of pleuritis.

Aanwezige of doorgemaakte longziekten zijn volgens onderstaand schema aangegeven:

Longziekten

- a. Geen longaandoeningen gehad.
- b. Wel longaandoeningen gehad:
 - b1: minder dan 1 maand geleden.
 - b2: vanaf 1 maand tot minder dan 3 maanden geleden.
 - b3: vanaf 3 maanden tot minder dan 6 maanden geleden.

* De resultaten zijn niet in dit proefschrift vermeld; deze zullen apart gepubliceerd worden.

b4: vanaf 6 maanden tot minder dan 1 jaar geleden.

b5: langer dan 1 jaar geleden.
onbekend.

c. Welke longaandoening gehad:

c1: pneumonie.

c2: chronische bronchitis.

c3: acute bronchitis.

c4: astma bronchiale.

c5: pleuritis.
onbekend.

Menarche

Informatie hierover door middel van de 'status quo' methode. Aan een meisje vanaf de 6de klasse lager onderwijs, dus vanaf het 11de jaar, is de vraag gesteld of zij reeds menstrueert. Het antwoord ja of neen is genoteerd, niet de datum van de menarche.

4.3.3.2 *Onderzoekgegevens*

Geslachtelijke rijpingskenmerken

Vaststelling van het rijpingsstadium geschiedt door bepaling in welk stadium de *mamma-ontwikkeling* bij meisjes en de *pubesbehandling* van jongens en meisjes verkeert. Bij jongens is ook het ontwikkelingsstadium van het *genitaal* bepaald.

De ontwikkeling van de mammae wordt aangegeven volgens de vijf stadia van Reynolds en Wines (1948), terwijl ontwikkeling van de pubesbehandling bepaald wordt volgens de zes stadia als aangegeven door Reynolds en Wines, gemodificeerd door Tanner (1962).

Alvorens zelfstandig tot beoordeling over te gaan van bovengenoemde rijpingskenmerken is hierover instructie ontvangen van collega F. Wafelbakker tijdens een schoolonderzoek.

Coöperatie

Teneinde een verantwoord resultaat te verkrijgen is goede coöperatie van de onderzochte kinderen noodzakelijk waarvoor het kind het nodige begrip moet kunnen opbrengen.

Een duidelijke instructie is hierbij nodig evenals een goed contact met het kind, dat moet worden aangemoedigd en waarbij het wedstrijdelement een rol moet spelen.

De medewerking kan goed of slecht zijn, in het laatste geval, ook bij twijfel hieraan, worden peak flow waarden niet ingevuld op het registratieformulier, waarbij dit formulier echter wel gehandhaafd blijft om na te gaan in hoeveel gevallen de methodiek faalt.

Lengte en gewicht

Alle kinderen zijn met onderbroek aan en op blote voeten gemeten en gewogen. De grotere meisjes hadden tevens een BH of hemd aan.

De *lengte* is gemeten langs een geijkte maatlat (NIPG-TNO) in staande houding en in volle strekstand, waarbij het kind zich zo groot mogelijk moet maken zonder op de tenen te staan. Het gelaat wordt hierbij zo gehouden dat de lijn, die van de bovenkant van de aanhechting van het oor naar de laterale ooghoek loopt, horizontaal verloopt. Hielen, billen en schouderbladen moeten tegen de maatlat gefixeerd zijn. De lengte is geprojecteerd met een plankje (rechthoekige driehoek), dat verschuifbaar is langs de meetlat. De lengte is in mm afgelezen (methodiek volgens van Wieringen et al., 1968).

Het *gewicht* is, staande op een bascule-weegschaal, bepaald. Het kind dient midden op het voetenbord stil te staan. Het gewicht is in hectogrammen afgelezen. Deze weegschaal is op nauwkeurigheid gecontroleerd (NIPG-TNO).

Thoraxmaten

Tot deze maten behoren: thoraxbreedte (transversale afmeting), thoraxdiepte (sagittale afmeting) en thorax-omvang. Thoraxbreedte en thoraxdiepte zijn bepaald met een bekkenpasser, thorax-omvang met een meetlint. Bekkenpasser en meetlint zijn op nauwkeurigheid gecontroleerd.

Thoraxbreedte is bepaald door de uiteinden van de bekkenpasser met zachte druk tegen de laterale thoraxwand te houden waarbij de afstand tussen de passeruiteinden maximaal dient te zijn. Bij jongens bevinden de uiteinden van de bekkenpasser zich op een denkbeeldige lijn, welke over de papillae mammae getrokken kan worden en horizontaal verloopt. Bij jongere meisjes kan op dezelfde wijze de plaats van de passeruiteinden op de thoraxwand bepaald worden. Bij oudere meisjes, met meer ontwikkelde mammae, dient op het oog de grootste breedte van de thoraxwand bepaald te worden. De thoraxbreedte wordt op de schaalverdeling van de bekkenpasser afgelezen waarbij de aflezing afgerond wordt op de naaste $\frac{1}{2}$ cm. Bepaling van de thoraxbreedte geschiedt in ademhalings-ruststand.

Thoraxdiepte wordt bepaald door meting van de afstand tussen het sternum (ter hoogte van de lijn die de papillae mammae verbindt) en de wervelkolom (ter hoogte van de lijn die aan de angulae inf. scapulae raakt). Bij schoolkinderen loopt de lijn, die sternum en wervelkolom op bovenbeschreven plaatsen verbindt, nagenoeg horizontaal bij normale lichaamshouding. Bij kleuters en kleinere schoolkinderen, kan deze lijn een schuin achterwaarts verloop hebben (van frontaal-boven naar dorsaal-beneden).

Bij oudere meisjes met meer ontwikkelde mammae loopt de lijn vanaf de wervelkolom op de plaats waar de raaklijn aan de angulae inf. scapulae de wervelkolom snijdt, in horizontale richting naar het sternum.

Indien men het kind van terzijde beschouwt, is de plaats van de uiteinden van de bekkenpasser direct te bepalen. Thoraxdiepte wordt eveneens tijdens een ogenblik van ademhalingsstilstand bepaald.

Thorax-omvang wordt bepaald met een meetlint. Bij jongens en jongere meisjes wordt het lint strak om de thorax gehouden, lopende over de papillae mammae in horizontale richting. Bij oudere meisjes met meer gevorderde ontwikkeling van de mammae loopt het meetlint eveneens in horizontale richting om de thoraxwand, maar hierbij direct rakende aan de onderste welving van de mammae. Aflezing geschiedt op de naaste hele cm.

De thorax-omvang is eveneens bepaald tijdens een ogenblik van ademhalingsstilstand in maximale inspiratie-stand, ruststand en maximale expiratie-stand. Vergelijking van deze afmetingen geeft een indruk van de beweeglijkheid van de thorax.

Oppervlakte thoraxdoorsnede

De eerder aangeduide lijnen door de papillae mammae en rakende aan de angulae inf. scapulae lopen bij een symmetrische thorax evenwijdig aan elkaar. Door deze lijnen is een vlak als dwarsdoorsnede van de thorax denkbaar. Dit vlak loopt bij kinderen, jonger dan 6 jaar, in een richting, die aan de frontale zijde schuin naar boven is gericht. Bij oudere kinderen is de stand van dit vlak horizontaal of nagenoeg horizontaal. Bij kinderen met versterkte lendenlordose verloopt dit vlak aan de frontale zijde schuin naar boven, bij kinderen met een kyfotische houding dorsaal schuin naar boven. De thoraxmaten: thoraxbreedte, thoraxdiepte en thorax-omvang liggen juist in dit vlak, dat dorsaal ook door de proc. spinosus van de 8ste thoracale wervel gaat.

Dat de processus spinosus van de 8ste thoracale wervel in de raaklijn aan de anulae inf. scapulae ligt, hebben wij bij kinderen kunnen vaststellen.

De omtrek van de thorax op dit vlak geprojecteerd is ongeveer ellipsvormig, waarvan de lange en korte as gelijk zijn aan thoraxbreedte en thoraxdiepte. De omtrek van deze ellips komt ongeveer overeen met de thorax-omvang.

Uit de gevonden afmetingen van thoraxbreedte en thoraxdiepte kan de oppervlakte van deze ellips berekend worden volgens de formule: oppervlakte = $\pi \times a \times b$ (waarvan a = de halve lengte van de lange as en b = de halve lengte van de korte as).

Hieruit volgt:

$$\text{Opp. thoraxdoorsnede} = \frac{1}{4} \times \pi \times \text{thoraxbreedte} \times \text{thoraxdiepte}$$

Ook is:

$$\text{Omtrek thoraxdoorsnede} = \text{thorax-omvang}$$

Tonsillae palatinae

De grootte van de tonsillen is voor linker- en rechter tonsil afzonderlijk als volgt aangegeven:

0: geen zichtbare tonsillen.

1: tonsillen zichtbaar, maar niet hypertrofisch, gelegen tussen de arcus palato-pharyngeus.

2: tonsillae hypertrofisch, de mediale rand reikt tot halverwege de uvula.

3: tonsillae hypertrofisch, de mediale rand reikt tot aan de uvula.

Keelonderzoek heeft steeds plaats bij goede belichting waarbij gebruik gemaakt wordt van een tongspatel waarbij het kind de a-klank uitsprekt, waardoor de tonsillen meer prominieren.

Mondholte

Onderzoek naar mogelijke afwijkingen, waarbij in het bijzonder op de aanwezigheid van een gespleten palatum is gelet. Ook is gelet op de aanwezigheid van een regulatie-beugel van het gebit. Bij voorkomende gevallen is bij onderzoek met de peak flow meter de regulatie-beugel in situ gelaten.

Lichaamshouding

De lichaamshouding is beoordeeld naar aanwezigheid van houdingsafwijkingen als: kyfotische en scoliotische houdingen, kyfose en scoliose van de wervelkolom en afwijkingen van het sternum (deformiteiten).

Cor en pulmonen

Er is op gebruikelijke wijze geausculteerd en, bij auscultatoir manifeste afwijkingen, ook gepercuteerd.

Peak flow onderzoek

Dit onderzoek is verricht met het standaard- en low range type van de peak flow meter volgens Wright. Het low range type is gebruikt voor kleuterschoolkinderen. Waar nodig, bij prestaties boven de 200 l/min., is bij kleuters eveneens het standaardtype gebruikt.

Na een duidelijke instructie is bij ieder kind een serie van 6 metingen verricht, allen in goed opgerichte staande houding. De drie hoogste metingen zijn genoteerd.

4.4 Bewerking

Als eerste onderdeel van de bewerking werd 'uitbijter'-analyse verricht: extreme waarden van peak flow, leeftijd, lengte, gewicht etc., ontstaan door

fouten in registratie en (of) codering, zijn gecorrigeerd, of, zo nodig, geëlimineerd ($\pm 3\%$ van de onderzochte populaties).

4.4.1 Vaststelling populatie-eigenschappen

Hiertoe behoren: *Aantal* en *soort* scholen waartoe scholieren behoren, die aan het onderzoek hebben deelgenomen.

Totaal aantal onderzochte kinderen.

Een differentiatie van Leidse en Hilversumse populaties naar:

- a. Coöperatieve en non-coöperatieve scholieren.
- b. Voorkomen van anamnestiche en manifeste longpathologie.
- c. Biometrische gegevens: lengte, gewicht en thoraxmaten.
- d. Geslachtelijke rijpingskenmerken.

Deze kenmerken zijn verkregen door berekening van de chronologie van geslachtelijke rijpingsfasen. Hiertoe zijn van het basis-materiaal de volgende bewerkingen uitgevoerd:

Berekening van de cumulatieve percentages van leeftijdsgroepen van verschillende ontwikkelingsstadia. Op basis van deze gegevens zijn bestpassende curven vervaardigd. Hiervan zijn afgelezen de leeftijden waarop 10%, 50% en 90% van de populatie bepaalde ontwikkelingsstadia hebben bereikt.

- e. Beroepengroep van de vader.
- f. Grootte van de gezinnen.
- g. Rangnummers van de onderzochte kinderen.

4.4.2 Samenstelling correctie-tabellen

Uit ijkingskrommen zijn van gebruikte peak flow meters correctie-tabellen samengesteld (tabel 3.6 en 3.7).

4.4.3 Vaststelling standaard peak flow waarden

Standaard peak flow waarden zijn berekend uit geregistreerde (afgelezen) peak flow prestaties van coöperatieve scholieren zonder longpathologie, van kleuter-, gewoon lager- en voortgezet onderwijs.

Van elke proefpersoon is van de drie geregistreerde peak flow waarden de hoogste als basismateriaal voor bewerking gebruikt.

Uitgevoerd zijn de volgende bewerkingen van het basismateriaal:

- a. Correctie van afgelezen naar ingestelde peak flow waarden met behulp van correctie-tabellen van de Hilversumse populatie voor de low range en standaard peak flow meter waarden, van de Leidse populatie uitsluitend van low range peak flow meter waarden (zie par. 3.2.2.4).

- b. Bepaling van de frequentie-verdeling van peak flow waarden naar leeftijd, lengte, gewicht en thoraxmaten.
- c. Berekening van de percentielen P_{10} , P_{50} en P_{90} .
- d. Vervaardiging van basislijnen.
- e. Constructie van standaardcurven: de op het oog bestpassende vloeiende kromme uit de basislijnen zoals aangegeven door Van Wieringen et al. 1969.

4.4.4 Percentielen en percentiel-curven

Uit frequentie-verdelingen van peak flow waarden per groep van onderzochte variabelen zijn de percentielen P_{10} , P_{50} en P_{90} berekend. Tot de onderzochte variabelen behoren leeftijd, lengte, gewicht, thoraxmaten, beroepengroepen etc.

Met percentiel wordt de waarde aangegeven waar beneden een bepaald percentage (bv. 10% beneden P_{10} en 90% beneden P_{90}) van de waarnemingen ligt. De P_{50} is per definitie de mediaan. Tussen P_{10} en P_{90} bevinden zich 80% van de waarnemingen.

Uit berekende percentielen, uitgezet in een diagram, kunnen percentiel-curven vervaardigd worden: basislijnen waaruit bestpassende curven geconstrueerd kunnen worden.

De percentiel-curven P_{10} , P_{50} en P_{90} geven de spreiding aan van waarnemingen, gelegen binnen de grenzen van laag- tot hoognormale waarden. Hierdoor zijn standaard-curven bruikbaar voor een directe beoordeling van onderzoekresultaten.

4.5 *Populatie*

4.5.1 Scholen

Aan het onderzoek naar standaard peak flow waarden hebben leerlingen deelgenomen van Leidse en Hilversumse scholen. (tabel 4.1). Het type van deze scholen is eerder aangegeven (par. 4.3.3.1).

4.5.2 Aantal onderzochte schoolkinderen

In totaal zijn 3677 scholieren onderzocht waarvan 1564 leerlingen van Leidse en 2113 leerlingen van Hilversumse scholen (tabel 4.2).

Aantallen kinderen zijn naar leeftijdsgroepen en geslacht aangegeven. Deze leeftijdsgroepen omvatten de kleuterschool-leeftijd van 4-5 jaar, lagere-school-leeftijd van 6-11 jaar, terwijl tot de leeftijdsgroep van 12-21 jaar leerlingen behoren van het voortgezet onderwijs (tabel 4.2).

4.5.3 Coöperatie

Vooraf bij kleuters is het percentage non-coöperatieve scholieren groot. Voor de 4-jarigen is het percentage voor Leidse en Hilversumse jongens ongeveer gelijk: 17% en 18%, voor Leidse meisjes: 36% en Hilversumse meisjes: 20% (tabel 4.3).

Bij kinderen ouder dan 5 jaar stijgt het aantal coöperatieven. Vanaf het 6de jaar stijgt het percentage van coöperatieve Leidse jongens van 90% tot 100% bij een leeftijd van 14 jaar; van coöperatieve Hilversumse jongens stijgt het percentage van 97% van 6-jarigen tot 100% bij eveneens 14-jarigen, waarbij bij 8- en 11-jarigen reeds percentages van 100% zijn bereikt.

Een percentage van 100% wordt bij Leidse meisjes eerst op het 16de jaar bereikt, bij Hilversumse meisjes op het 15de jaar (tabel 4.3).

4.5.4 Beroepengroepen

Van coöperatieve schoolkinderen zijn beroepengroepen van de vader vastgesteld volgens normen van het CBS, zoals vastgelegd in de beroepenklapper.

Deze beroepengroepen worden voor dit onderzoek onderscheiden in hogere, middelbare en lagere beroepengroepen, waarnaast nog een restgroep onderscheiden wordt waarin groepen voorkomen, welke niet in één van de eerstgenoemde groepen ondergebracht kunnen worden als: gepensioneerd, invaliden etc. (tabel 4.4).

Voor Nederland geldt de volgende verdeling: hogere beroepen 4%, middelbare beroepen 30% en lagere beroepen 66% (Van Wieringen et al., 1968).

Onder Hilversumse schoolkinderen komt een hoger percentage voor van middelbare beroepengroepen dan onder Leidse schoolkinderen. Zowel bij Leidse- als Hilversumse schoolkinderen zijn de percentages van meisjes in de hogere beroepengroepen geringer dan bij jongens (uitgezonderd Hilversumse meisjes van 6,0- < 12,0 jaar). Ten opzichte van landelijke normen zijn hogere beroepengroepen in Leidse en Hilversumse populaties van schoolkinderen sterker, lagere beroepengroepen veel minder sterk vertegenwoordigd.

4.5.5 Longpathologie

Tijdens schoolonderzoek komt manifeste longpathologie voor in gevallen van astma bronchiale en recidiverende bronchitis, alle andere gevallen van longpathologie zijn anamnestic vastgesteld.

Standaard peak flow waarden zijn uitsluitend van coöperatieve kinderen zonder manifeste en anamnestic longpathologie bepaald.

Onder Hilversumse schoolkinderen komt een hoger percentage voor van

astma bronchiale dan onder Leidse kinderen (tabel 4.5). Dit kan waarschijnlijk verklaard worden door de aanwezigheid van astmacentra voor kinderen in Hilversum en omgeving. De daar opgenomen kinderen bezoeken ook Hilversumse scholen. Dit is een verklaring, die voor oudere kinderen kan gelden, echter wordt ook onder kleuters in Hilversum een hoger percentage van astma bronchiale aangetroffen.

Bij de onderzochte populaties van Leidse en Hilversumse schoolkinderen zijn de percentages van astma bronchiale hoger dan gebleken is uit epidemiologische gegevens van verschillende schoolgeneeskundige diensten in de jaren 1964 en 1965 (par. 2.3.1).

Dit is het gevolg van het feit, dat bij de onderzochte Leidse en Hilversumse populaties alle gevallen van anamnestic doorgemaakte astma bronchiale zijn medegerekend waarbij ook zeer indringend naar deze gegevens is geïnformeerd.

De procentuele verhouding tussen astma bij jongens en astma bij meisjes is bij de Leidse en Hilversumse populaties van schoolkinderen ongeveer 2,5 : 1, deze verhouding is voor recidiverende bronchitis bij jongens en meisjes ongeveer gelijk.

Bij Leidse schoolkinderen wordt in 10,3% onder jongens en 6,9% onder meisjes astma en recidiverende bronchitis aangetroffen, bij Hilversumse schoolkinderen voor 10,5% onder jongens en 8,8% onder meisjes.

Deze percentages benaderen de opgegeven percentages uit een steekproefonderzoek van Kerrebijn (1969) waarbij bij 10% van zesjarige en 6% van elf-jarige Rotterdamse schoolkinderen astma en bronchitis gevonden werd.

Van de Leidse en Hilversumse populaties van schoolkinderen is ook een indruk verkregen van het voorkomen van astma bronchiale en recidiverende bronchitis naar beroepengroepen van de vader (tabel 4.5). Bij Leidse jongens en meisjes komen hogere percentages voor naarmate beroepengroepen lager worden. Bij Hilversumse jongens wordt het hoogste percentage bij de middelbare beroepengroepen aangetroffen, bij Hilversumse meisjes bij de hogere beroepengroepen (afgezien van de restgroep).

4.5.6 Lengte

Van 1394 Leidse schoolkinderen, 687 jongens en 707 meisjes van 4,0- < 18,0 jaar zijn frequentie-verdelingen naar lengte per leeftijdsgroep van 1 jaar vastgesteld evenals van 1983 Hilversumse schoolkinderen, 858 jongens en 1125 meisjes van dezelfde leeftijden. Uit deze frequentie-verdelingen zijn mediane waarden van lengte naar leeftijd berekend (tabel 4.6).

Vanaf het 8ste tot het 11de jaar zijn Leidse meisjes langer dan jongens van dezelfde leeftijden. Vanaf het 14de tot het 17de jaar zijn lengte-verschillen tussen jongens en meisjes groter waarbij jongens per levensjaar meer in lengte toenemen dan meisjes.

Hilversumse meisjes zijn vanaf het 9de jaar tot het 13de jaar langer dan jongens waarna een sterkere toename in lengte optreedt bij jongens.

Hilversumse jongens zijn tot het 10de jaar wat langer dan Leidse jongens, met verschillen tot maximaal 4 cm, en wat langer dan Nederlandse jongens, met verschillen tot maximaal 2,6 cm per levensjaar. Na het 10de tot het 14e jaar zijn onderlinge verschillen in lengte tussen Leidse, Hilversumse en Nederlandse jongens gering. Na het 14de jaar treden er wat grotere verschillen op tussen lengten van Nederlandse jongens en jongens van beide onderzochte populaties van schoolkinderen.

Leidse meisjes zijn tot het 10de jaar kleiner dan Hilversumse meisjes, na het 10de jaar worden onderlinge verschillen in lengte geringer. In het algemeen zijn Hilversumse meisjes van 4,0- < 18,0 jaar wat langer dan Nederlandse meisjes, terwijl lengten van Nederlandse en Leidse meisjes van 4,0- < 18,0 jaar weinig onderlinge verschillen tonen.

4.5.7 Gewicht

Van 1372 Leidse schoolkinderen, 673 jongens en 699 meisjes en 1978 Hilversumse schoolkinderen, 864 jongens en 1114 meisjes, van 4,0- < 18,0 jaar zijn frequentie-verdelingen van gewicht naar leeftijdsgroepen van 1 jaar vastgesteld. Uit deze frequentie-verdelingen zijn mediane waarden van gewicht naar leeftijd berekend (tabel 4.6).

Gewichten van Leidse en Hilversumse jongens tonen in het algemeen weinig onderlinge verschillen in de leeftijden van 4,0- < 18,0 jaar. Een verschil van 2,6 kg is alleen in de leeftijdsgroep van 11,0- < 12,0 jaar geconstateerd. Gewichten van Leidse en Hilversumse jongens blijken weinig te verschillen van gewichten van Nederlandse jongens.

Tussen Leidse en Hilversumse meisjes zijn eveneens geringe verschillen in gewicht geconstateerd. In de leeftijdsgroep van 12,0- < 13,0 jaar echter komt een verschil voor van 2,3 kg. Gebleken is ook, dat er geringe verschillen in gewicht voorkomen tussen Nederlandse meisjes en de onderzochte populaties van Leidse en Hilversumse meisjes.

4.5.8 Chronologie van geslachtelijke rijpingsfasen

Van coöperatieve Leidse en Hilversumse schoolkinderen is de chronologie van geslachtelijke rijpingsfasen vastgesteld en vergeleken met landelijke standaardwaarden (Van Wieringen et al., 1968).

In tabel 4.7 is een overzicht gegeven van geslachtelijke rijpingsfasen naar leeftijd volgens de ontwikkeling van pubesbeharing bij jongens en meisjes, genitaalontwikkeling bij jongens, ontwikkeling van de mammae en menarche bij meisjes.

Jongens

In totaal zijn 562 Leidse en 848 Hilversumse jongens onderzocht. In de ontwikkeling van *pubesbeheading* zijn de rijpingsfasen P2-P5 naar leeftijd onderzocht. Mediane leeftijden van Leidse jongens komen ongeveer overeen met die van Nederlandse jongens. Bij Hilversumse jongens voltrekt deze ontwikkeling zich op wat jongere leeftijd.

Bij 582 Leidse en 857 Hilversumse jongens is de rijpingsperiode van *genitaal-ontwikkeling* volgens de stadia G2-G5 naar leeftijd vastgesteld. Mediane leeftijden van rijpingsstadia van Leidse jongens komen ongeveer overeen met die van Nederlandse jongens. Deze ontwikkeling heeft bij Hilversumse jongens eveneens op wat jeugdiger leeftijd plaats.

Meisjes

In totaal zijn 706 Leidse en 1117 Hilversumse meisjes onderzocht naar de ontwikkeling van *pubesbeheading* voor de stadia P2-P5 naar leeftijd. Mediane leeftijden van Leidse meisjes komen ongeveer overeen met die van Nederlandse meisjes. Van Hilversumse meisjes verloopt de ontwikkelingsduur vroeger dan bij Leidse en Nederlandse meisjes.

De ontwikkeling van de *mammae* naar leeftijd is voor de stadia M2-M5 onderzocht bij 707 Leidse en 1130 Hilversumse meisjes. De mediane leeftijden van Leidse meisjes komen ongeveer overeen met die van Nederlandse meisjes, terwijl deze ontwikkeling bij Hilversumse meisjes vroeger begint dan bij Leidse en Nederlandse meisjes.

De mediane leeftijd waarop de *menarche* intreedt is van 715 Leidse en 1130 Hilversumse meisjes vastgesteld. Van Leidse meisjes valt de mediane leeftijd van de menarche op 13,1 jaar, van Hilversumse meisjes op 13,4 jaar, van Nederlandse meisjes eveneens op 13,4 jaar. De mediane menarche-leeftijd van Hilversumse meisjes is gelijk aan die van Nederlandse meisjes. Van Leidse meisjes treedt de menarche op wat vroegere leeftijd op.

4.5.9 Thoraxmaten

Thoraxmaten als thoraxbreedte en thorax-omvang zijn door Hordijk (1961) vastgesteld in verband met het rijpingsproces tijdens puberteit en adolescentie.

Bij jongens en jonge mannen van 14 tot 25 jaar is door Luyken et al. (1967) onderzoek verricht naar multiële regressies van gewicht naar lengte, borstbreedte en leeftijd.

Als onderdeel van longfunctiebepalingen bij kinderen zijn thorax-afmetingen van belang, aangezien deze afmetingen tijdens de groei evenredig toenemen met het longvolume (Howatt et al., 1965). Door Howatt en medewerkers (1965) zijn thoraxmetingen verricht bij 110 gezonde kinderen van 4-18 jaar in Michigan. Voor deze metingen zijn bekkenpassers gebruikt waarbij anterior-

posterior en transthoracale afmetingen bepaald zijn evenals de sternale lengte en biacromiale afstand.

Van belang is de verhouding tussen thoraxdiepte en thoraxbreedte: de *thorax-index* (=thoraxdiepte in procenten van thoraxbreedte).

Krogman (1970) heeft in Philadelphia een onderzoek ingesteld naar de thorax-index bij 7- en 17-jarige schoolkinderen uit de blanke en negerbevolking.

Van Hilversumse schoolkinderen zijn thoraxbreedte, thoraxdiepte en thorax-omvang gemeten aangezien deze gegevens van belang zijn als parameters voor thorax-inhoud respectievelijk longvolume. Aangezien voldoende aantallen gezonde kinderen onderzocht zijn in de leeftijden van 4-17 jaar, is het mogelijk deze thoraxmaten uit te drukken in percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀.

Thoraxbreedte

Van 1968 Hilversumse schoolkinderen, 857 jongens en 1111 meisjes van 4-17 jaar, zijn berekende standaard percentielwaarden van thorax-breedte naar leeftijd vastgesteld (tabel 4.8). Hiertoe zijn uit frequentie-verdelingen van thoraxbreedte per leeftijdsgroep de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ berekend.

Berekende mediane waarden van jongens nemen regelmatig met leeftijd toe van 17,5-27,5 cm, van meisjes van 17,0-25,0 cm.

Thoraxdiepte

Van 1969 Hilversumse schoolkinderen zijn op dezelfde wijze standaard percentielwaarden van thoraxdiepte naar leeftijd berekend van 858 jongens en van 1111 meisjes van 4-17 jaar in de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ (tabel 4.8).

Berekende mediane waarden van jongens nemen regelmatig toe met leeftijd van 13-19 cm, van meisjes van 12,5-18 cm.

Thorax-omvang

Van 1755 Hilversumse schoolkinderen, 743 jongens van 4-16 jaar en 1012 meisjes van 4-17 jaar zijn standaard percentielwaarden voor de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ naar leeftijd vastgesteld.

Berekende mediane waarden van jongens nemen regelmatig toe met leeftijd van 54-81 cm, van meisjes van 53-73 cm (tabel 4.8).

4.5.10 Gezinsgrootte

Van 1407 Leidse en 1992 Hilversumse schoolkinderen zijn gegevens verkregen betreffende het aantal kinderen van de gezinnen waartoe de onderzochte kinderen behoren.

Voor *Leidse* gezinnen zijn de percentages:

- 1 kind per gezin: 5,4%
- 2 kinderen per gezin: 26,2%
- 3 kinderen per gezin: 25,5%
- meer dan 3 kinderen per gezin: 42,9%.

Voor *Hilversumse* gezinnen zijn de percentages:

- 1 kind per gezin: 5,6%
- 2 kinderen per gezin: 29,5%
- 3 kinderen per gezin: 26,6%
- meer dan 3 kinderen per gezin: 38,3%.

Wat gezinsgrootten betreft blijken de onderzochte populaties weinig van elkaar te verschillen.

4.5.11 Rangnummers onderzochte kinderen

Van 1400 Leidse en 1989 Hilversumse schoolkinderen zijn de rangnummers bekend en de percentages berekend van elk rangnummer ten opzichte van het totaal aantal onderzochte kinderen.

Voor *Leidse* schoolkinderen zijn deze percentages:

- Rang no. 1: 33,0%
- Rang no. 2: 28,5%
- Rang no. 3: 16,5%
- Rang no. 4 en hoger: 22,0%

Voor *Hilversumse* schoolkinderen zijn deze percentages:

- Rang no. 1: 35,5%
- Rang no. 2: 27,6%
- Rang no. 3: 16,5%
- Rang no. 4 en hoger: 20,4%

Het hoogste percentage van onderzochte kinderen wordt aangetroffen bij oudste kinderen in combinatie met enigste kinderen in beide populaties. Naar hogere rangnummers nemen van beide populaties de percentages geleidelijk af. Percentages van rangnummers van beide populaties verschillen weinig van elkaar.

4.5.12 Samenvatting en conclusies

Bij vergelijking van beide populaties is het volgende gebleken:

Coöperatie:

Dit is bij 4-jarige kleuters het geringst. Een percentage van 17-18% bij jongens en van 20-36% bij meisjes is non-coöperatief gebleken. Bij grotere kinderen komen non-coöperatieve jongens voor tot 13-jarige leeftijd (1%) in de Leidse populatie. In de Hilversumse populatie komen non-coöperatieve jongens voor tot 10-jarige leeftijd (3%). Non-coöperatieve meisjes komen in de Leidse populatie voor tot de leeftijd van 15 jaar (1%), in de Hilversumse populatie tot de leeftijd van 14 jaar (1%).

Astma bronchiale

Astma bronchiale komt bij Hilversumse schoolkinderen blijkbaar meer voor dan bij Leidse schoolkinderen. Bij beide populaties komt astma bronchiale bij jongens gemiddeld $2\frac{1}{2} \times$ zo vaak voor als bij meisjes.

Recidiverende bronchitis

Bij beide populaties komt recidiverende bronchitis ongeveer in gelijke frequentie voor zowel bij jongens als bij meisjes.

Lichaamslengte en gewicht

Van de onderzochte populaties van Leidse en Hilversumse schoolkinderen is gebleken, dat hun lengten en gewichten weinig verschillen van landelijke normen. De indruk bestaat, dat Hilversumse schoolkinderen wat langer en zwaarder zijn dan Leidse schoolkinderen.

Geslachtelijke rijping

Criteria betreffende geslachtelijke rijping naar leeftijd van Leidse en Hilversumse populaties van schoolkinderen komen in grote mate overeen met de landelijke.

Gezinsgrootte en rangnummers

Gebleken is, dat de samenstelling van de gezinnen waaruit de onderzochte populaties van schoolkinderen afkomstig zijn, weinig van elkaar verschillen, terwijl ook in rangnummers van de onderzochte schoolkinderen weinig verschillen voorkomen.

Thoraxmaten

Van Hilversumse schoolkinderen zijn percentielwaarden P₁₀, P₅₀ en P₉₀ berekend van thoraxbreedte, thoraxdiepte en thorax-omvang naar leeftijd.

Uitkomsten van dit onderzoek kunnen niet vergeleken worden met landelijke gegevens aangezien deze momenteel niet aanwezig zijn.

Samenvattend kan gesteld worden, dat kenmerkende populatie-eigenschappen

van coöperatieve Leidse en Hilversumse schoolkinderen vrijwel identiek aan elkaar zijn en weinig verschillen tonen met landelijke normen.

4.6 Resultaten

Van Leidse en Hilversumse schoolkinderen van 4,0–<18,0 jaar zijn PEF-waarden vastgesteld naar de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀. Van Hilversumse kinderen van 6,0–<18,0 jaar zijn ook gemiddelden, standaardafwijkingen en variatie-coëfficiënten van PEF-waarden berekend.

PEF-waarden zijn uitsluitend verkregen van psychisch en lichamelijk gezonde kinderen zonder manifeste of anamnestiche longpathologie.

Aantallen van onderzochte Leidse en Hilversumse kinderen naar geslacht en leeftijd zijn vermeld in tabel 4.9.

Van *Leidse* kinderen zijn met de low range peak flow meter no. 176 en met de standaard peak flow meter no. 3549 PEF-waarden bepaald naar geslacht, leeftijd, lengte en gewicht. Met de low range peak flow meter zijn 4- en 5-jarige kinderen onderzocht, met de standaard peak flow meter kinderen van 6–17 jaar. De met de low range peak flow meter vastgestelde PEF-waarden zijn met behulp van een ijkingstabel gecorrigeerd, de met de standaard peak flow meter vastgestelde waarden zijn niet gecorrigeerd (zie par. 3.3.4).

Van *Hilversumse* kinderen zijn, met de low range peak flow meter no. 433 en de standaard peak flow meter no. 5116, met behulp van ijkingstabellen gecorrigeerde PEF-waarden bepaald naar geslacht, lengte, gewicht en thoraxmaten.

Uit gecorrigeerde berekende percentielwaarden zijn bestpassende PEF-waarden geconstrueerd naar leeftijd, lengte, gewicht en thoraxmaten. Van gecorrigeerde gemiddelden en standaardafwijkingen van Hilversumse PEF-waarden zijn eveneens bestpassende waarden weergegeven.

4.6.1 Percentielwaarden van de expiratoire peak flow van schoolkinderen van 4,0–<6,0 jaar

Percentielwaarden van Leidse en Hilversumse kleuters zijn in tabel 4.10 weergegeven.

4.6.1.1 *Leidse kinderen*

Gecorrigeerde berekende percentielwaarden zijn bepaald *naar leeftijd* van 38 jongens en 16 meisjes. Van 4-jarige jongens blijken de mediane waarden 135 l/min., van 4-jarige meisjes 140 l/min. te zijn. Van 5-jarige kinderen zijn geen percentielwaarden vastgesteld wegens te geringe aantallen.

Uitsluitend van jongens zijn berekende gecorrigeerde percentielwaarden

naar lengtegroepen van 3 cm vastgesteld. Van in totaal 34 jongens zijn, bij lengten van 105–<114 cm, mediane peak flow waarden van 125–140 l/min. vastgesteld. Van meisjes waren de aantallen te gering om PEF-waarden vast te stellen.

Wegens te geringe aantallen zijn geen percentielwaarden naar gewicht vastgesteld kunnen worden.

4.6.1.2 *Hilversumse kinderen*

Gecorrigeerde percentielwaarden naar *leeftijd* zijn berekend van in totaal 107 jongens en 100 meisjes. Hiertoe behoren 79 jongens en 75 meisjes van 4 jaar en 28 jongens en 25 meisjes van 5 jaar. Van jongens zijn in deze leeftijden mediane PEF-waarden van 145–165 l/min., van meisjes mediane PEF-waarden van 135–155 l/min. vastgesteld.

Gecorrigeerde percentielwaarden naar *lengte* zijn van 76 jongens en 65 meisjes berekend voor drie lengtegroepen van 3 cm. Bij lengten van 108–<117 cm zijn van jongens mediane PEF-waarden van 155–165 l/min., van meisjes mediane PEF-waarden van 135–160 l/min. vastgesteld.

Gecorrigeerde percentielwaarden naar *gewicht* zijn berekend van 107 jongens en 96 meisjes voor twee gewichtsgroepen van 5 kg. Van jongens zijn mediane PEF-waarden van 145–165 l/min. vastgesteld bij gewichten van 15–<25 kg, van meisjes mediane PEF-waarden van 140–145 l/min. naar dezelfde gewichten.

Mediane PEF-waarden zijn berekend naar thoraxbreedte en -lengte, thorax-omvang en oppervlakte thoraxdoorsnede.

Naar *thoraxbreedte en lengte* zijn van 92 jongens en 83 meisjes gecorrigeerde mediane PEF-waarden berekend naar borstbreedten van 16–<20 cm en lengten van 102–<120 cm.

In de lengtegroep van 108–<114 cm nemen met borstbreedten mediane PEF-waarden van jongens en meisjes toe. Voor de lengtegroep van 114–<120 cm zijn de mediane PEF-waarden van jongens gelijk, terwijl deze waarden van meisjes in dezelfde lengtegroep geringer zijn bij een borstbreedte van 16–<18 cm.

Het aantal onderzochte lengtegroepen is echter te gering om een duidelijke indruk te verkrijgen betreffende de invloed van thoraxbreedten op PEF-prestaties bij dezelfde lengten.

Van 70 jongens en 65 meisjes zijn gecorrigeerde mediane PEF-waarden berekend naar maten van *thorax-omvang* tussen 53 en 56 cm van jongens en tussen 52 en 55 cm van meisjes. Van jongens zijn mediane PEF-waarden van 140–165 l/min. vastgesteld, van meisjes van 130–155 l/min. Deze PEF-waarden tonen een gelijkmatige toename met thorax-omvang zowel bij jongens als bij meisjes.

Naar *oppervlakte thoraxdoorsnede* zijn van 100 jongens en 93 meisjes gecorrigeerde PEF-percentielwaarden voor de percentielen P10, P50 en P90 berekend.

Van jongens zijn percentielwaarden voor drie groepen van 20 cm² opper-

vlakke vastgesteld. De uitgebreidheid van deze oppervlakten variëren van 160- < 220 cm². Van meisjes zijn eveneens percentielwaarden voor drie groepen van 20 cm² oppervlakte vastgesteld welke variëren van 140- < 200 cm².

Mediane PEF-waarden van jongens tonen een regelmatige toename naar oppervlakten van 140-170 l/min., van meisjes eveneens een regelmatige toename van 125-145 l/min.

4.6.2 Percentielwaarden van de expiratoire peak flow van schoolkinderen van 6,0- < 18,0 jaar

4.6.2.1 *Leidse kinderen*

Van 1068 schoolkinderen, 489 jongens en 579 meisjes, zijn de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ van de expiratoire peak flow berekend naar *leeftijd* voor leeftijdsgroepen van 1 jaar. De ongecorrigeerde mediane PEF-waarden nemen bij jongens regelmatig toe van 185-520 l/min. en bij meisjes van 165-425 l/min., met leeftijd. Na het 14de jaar nemen mediane waarden van jongens sterker toe dan mediane waarden van meisjes (tabel 4.11).

Van 1100 schoolkinderen, 518 jongens en 582 meisjes zijn ongecorrigeerde PEF-percentielwaarden naar *lengte* berekend. Naar lengtegroepen van 3 cm blijken ongecorrigeerde mediane PEF-waarden van jongens met lichaamslengten van 114- < 186 cm een regelmatige toename te tonen van 165-515 l/min., terwijl mediane PEF-waarden van meisjes met lichaamslengten van 114- < 177 cm een regelmatige toename tonen van 165-455 l/min. (tabel 4.11 en fig. 4.3). Vanaf 129 cm lengte zijn mediane waarden van jongens wat lager dan van meisjes, terwijl vanaf een lengte van 171 cm mediane waarden van jongens hoger zijn dan van meisjes.

Van 1101 schoolkinderen, 509 jongens en 592 meisjes zijn ongecorrigeerde percentielwaarden naar *gewicht* berekend (tabel 4.11). Percentielwaarden zijn naar gewichtsgroepen van 5 kg berekend voor de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ van de expiratoire peak flow. Mediane PEF-waarden nemen regelmatig toe met gewicht bij jongens met gewichten van 20- < 75 kg van 190-545 l/min., bij meisjes met gewichten van 15- < 70 kg van 155-415 l/min. Mediane waarden van jongens met een gewicht boven de 60 kg zijn duidelijk hoger dan mediane waarden van meisjes met hetzelfde gewicht. Bij een gewicht van 40- < 55 kg is de mediane PEF-waarde van jongens iets geringer dan van meisjes.

4.6.2.2 *Hilversumse kinderen*

Van 1369 schoolkinderen, 537 jongens van 6,0- < 17,0 jaar en 832 meisjes van 6,0- < 18,0 jaar zijn gecorrigeerde percentielwaarden P₁₀, P₅₀ en P₉₀, gemiddelde waarden en standaardafwijkingen berekend naar *leeftijd* per leeftijds-

groep van 1 jaar (tabel 4.12). Ook zijn ongecorrigeerde percentielwaarden naar leeftijd berekend ter vergelijking met overeenkomstige PEF-waarden van Leidse schoolkinderen (tabel 4.12). Uit gecorrigeerde berekende waarden zijn bestpassende percentielwaarden, gemiddelden en standaardafwijkingen verkregen (tabel 4.13).

Bij jongens van 6,5-16,5 jaar zijn bestpassende gecorrigeerde mediane PEF-waarden vastgesteld van 165-485 l/min., bij meisjes van 6,5-17,5 jaar van 155-405 l/min. Mediane waarden van jongens zijn tot het 9de jaar wat hoger dan van meisjes, waarna meisjes tot het 12de jaar ongeveer dezelfde mediane PEF-waarden presteren als jongens. Vanaf het 13de jaar tonen PEF-waarden van jongens een sterkere stijging dan van meisjes hetgeen overeenkomt met een sterkere lengtegroei van jongens boven 13,0 jaar (Van Wieringen et al., 1968). Deze toename in lengtegroei gaat ook gepaard met sterkere musculaire ontwikkeling bij jongens (fig. 4.2).

Op dit zelfde verschijnsel wijzen ook Nairn et al. (1965) en Chiang et al. (1965), terwijl Strang (1959) hetzelfde geconstateerd heeft bij een onderzoek naar 1-sec. waarden van kinderen.

Bestpassende gemiddelde PEF-waarden van jongens en meisjes blijken weinig van bestpassende mediane PEF-waarden te verschillen. Deze verschillen variëren van 5-15 l/min. (tabel 4.13).

Ongecorrigeerde berekende mediane PEF-waarden van Hilversumse schoolkinderen van 6,0- < 17,0 jaar verschillen weinig van overeenkomstige mediane PEF-waarden van Leidse leeftijdsgenoten. Van Hilversumse jongens nemen de mediane waarden van 190-515 l/min. toe, van Leidse jongens van 185-460 l/min. Van Hilversumse schoolmeisjes nemen mediane waarden van 185-465 l/min. toe, van Leidse meisjes van 165-425 l/min. in de leeftijden van 6,0- < 18,0 jaar.

Van 1365 Hilversumse schoolkinderen zijn ongecorrigeerde en gecorrigeerde PEF-waarden voor de percentielen P10, P50 en P90 berekend naar *lengte* voor lengtegroepen van 3 cm (tabel 4.14). Hiertoe behoren 534 jongens met lichaamslengten van 117- < 183 cm en 831 meisjes met lichaamslengten van 117- < 177 cm.

Ongecorrigeerde berekende percentielwaarden van Hilversumse schoolkinderen blijken weinig te verschillen van Leidse schoolkinderen. Mediane waarden van Hilversumse jongens blijken wat hoger te zijn dan van Leidse jongens met verschillen tot maximaal 25 l/min., mediane waarden van Hilversumse meisjes blijken eveneens weinig te verschillen van mediane waarden van Leidse meisjes met maximale verschillen van 30 l/min. (fig. 4.3a en 4.3b). Aangezien dit ongecorrigeerde waarden zijn kunnen deze verschillen, behalve door somatische factoren, ook veroorzaakt zijn door intrinsieke verschillen in registratie van de gebruikte peak flow meters.

Uit gecorrigeerde berekende percentielwaarden, gemiddelden en standaardafwijkingen van PEF-waarden naar lengte zijn bestpassende percentielwaarden, gemiddelden en standaardafwijkingen van PEF naar lengte verkregen (tabel 4.14, 4.15 en 4.16).

Van jongens met lichaamslengten van 120-175 cm zijn bestpassende mediane waarden vastgesteld van 145-460 l/min. Voor dezelfde lichaamslengten zijn van meisjes bestpassende mediane waarden vastgesteld van 145-420 l/min. Bestpassende mediane waarden van jongens en meisjes van 120-145 cm lengte verschillen niet van elkaar. Vanaf 150-165 cm zijn mediane waarden van meisjes wat hoger dan van jongens. Vanaf 170 cm lengte zijn mediane waarden van jongens hoger dan van meisjes.

Bestpassende gemiddelden en mediane waarden blijken weinig van elkaar te verschillen. Deze verschillen variëren van 5-10 l/min.

Van 1365 Hilversumse schoolkinderen, 540 jongens en 825 meisjes, zijn gecorrigeerde PEF-waarden voor de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ naar *gewicht* berekend voor gewichtsgroepen van 5 kg (tabel 4.17).

Uit gecorrigeerde berekende percentielwaarden zijn bestpassende percentielwaarden verkregen voor de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ (tabel 4.17).

Mediane bestpassende PEF-waarden van jongens met gewichten van 22,5 kg tot 67,5 kg nemen toe van 155-480 l/min. Van meisjes met gewichten van 22,5 kg tot 62,5 kg, nemen mediane PEF-waarden toe van 165-395 l/min. Jongens met gewichten hoger dan 27,5 kg presteren wat hogere mediane waarden dan meisjes met dezelfde gewichten.

Ook zijn uit gecorrigeerde berekende gemiddelden en standaardafwijkingen van PEF naar gewicht bestpassende gemiddelden en standaardafwijkingen van PEF naar gewicht verkregen (tabel 4.17). Berekende en bestpassende mediane PEF-waarden naar gewicht blijken weinig te verschillen van berekende en bestpassende gemiddelden van PEF-waarden naar gewicht. Deze verschillen variëren van 5-10 l/min.

Gecorrigeerde berekende PEF-waarden zijn naar *thoraxbreedte* met intervallen van 2 cm vastgesteld voor de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ (tabel 4.18).

Van 488 jongens nemen mediane waarden toe van 170-480 l/min. voor borstbreedten van 16- <30 cm. Van 835 meisjes nemen mediane waarden toe van 140-390 l/min. voor borstbreedten van 16- <28 cm (tabel 4.18). Voor borstbreedten van 18- <26 cm zijn mediane waarden van meisjes wat hoger dan van jongens.

Uit berekende PEF-waarden naar borstbreedte zijn bestpassende percentielwaarden van PEF naar borstbreedte verkregen (tabel 4.18). Bestpassende mediane waarden van meisjes met borstbreedten van 21,0-25,0 cm blijken hoger te zijn dan van jongens met dezelfde borstbreedten.

Gecorrigeerde mediane PEF-waarden zijn berekend van 553 jongens en 822 meisjes naar *lengte en thoraxbreedte* (tabel 4.19).

Bij dezelfde lengtegroepen nemen bij jongen en meisjes mediane waarden naar borstbreedte, terwijl bij dezelfde borstbreedte PEF-waarden ook naar lengte toenemen.

Van 371 jongens en 665 meisjes zijn gecorrigeerde berekende mediane PEF-waarden naar *thoraxomvang* vastgesteld (tabel 4.20). De borstomvang, welke bij beide groepen van kinderen toeneemt van 56–<76 cm, is ingedeeld naar intervallen van 1 cm.

Gecorrigeerde mediane waarden van jongens en meisjes nemen regelmatig toe met thoraxomvang. Bij jongens nemen mediane waarden toe van 165–325 l/min., bij meisjes van 155–405 l/min.

Mediane PEF-waarden van meisjes zijn hoger dan van jongens bij een thorax-omvang van 58–<76 cm met grotere verschillen bij grotere maten van thoraxomvang.

Van 533 jongens en 825 meisjes zijn gecorrigeerde berekende mediane PEF-waarden naar *oppervlakte van thoraxdoorsnede* vastgesteld met intervallen van 20 cm² oppervlakte (tabel 4.21).

Van jongens nemen mediane waarden van 170–500 l/min. toe naar oppervlakten van 180–<460 cm². Van meisjes nemen mediane waarden van 145–435 l/min. toe naar oppervlakten van 160–<420 cm². Naar oppervlakten van 200–<340 cm² zijn mediane PEF-waarden van meisjes hoger dan van jongens.

Onderzoek van de expiratoire peak flow naar afmetingen van de thoraxwand is ingesteld aangezien, voor zover ons bekend, nadere gegevens betreffende deze relaties in de literatuur niet beschikbaar zijn.

Volgens Cotes (1968) hebben onderzoeken bij populaties van etnisch verschillende bevolkingsgroepen, levende onder dezelfde omstandigheden in dezelfde streek, aangetoond dat er onder hen significante verschillen voorkomen in longvolume. Deze verschillen zijn een afspiegeling van verschillen in afmeting van de thoraxwand. Gebleken is dat thoraxafmetingen van negers in Zanzibar in alle dimensies geringer zijn dan die van Europeanen.

Duidelijke verschillen blijken te bestaan tussen de FVC van Europese en India'se kinderen (Cotes, 1968). In dit verband wil ik wijzen op standaard peak flow waarden naar lengte van Chinese kinderen in Taiwan vastgesteld door Chiang et al. (1965), welke duidelijk lager zijn dan overeenkomstige standaard peak flow waarden vastgesteld door Murray et al. (1963) bij Amerikaanse kinderen en Nairn et al. (1961) bij Engelse kinderen. Vooral het verschil tussen peak flow waarden van Chinese meisjes en die van Amerikaanse en Engelse meisjes is bijzonder opvallend.

Volgens Cotes (1968) is de vitale capaciteit van Europese bevolkingsgroepen groter dan die van andere ethnische bevolkingsgroepen waarbij gebleken is dat bij India's en Polinesiërs de laagste longvolumina gemeten zijn met tussenliggende waarden bij Mongoloïde en Negroïde bevolkingsgroepen.

Gezien deze waarnemingen bestaan er aanwijzingen dat verschillen in expiratoir-ventilatoire capaciteit bij ethnisch verschillende bevolkingsgroepen, verklaard kunnen worden door verschillen in thoraxafmetingen.

Voor vergelijkend onderzoek van PEF-prestaties van kinderen van ethnisch verschillende bevolkingsgroepen kunnen vooral mediane PEF-waarden naar oppervlakte thoraxdoorsnede van waarde zijn gezien de correlatie-coëfficiënten (tabel 4.23).

4.6.3 Correlatie-coëfficiënten

Van Hilversumse en Leidse schoolkinderen en adolescenten zijn correlatie-coëfficiënten van PEF-waarden berekend ten opzichte van leeftijd, lengte en gewicht (tabel 4.22) en thoraxmaten (tabel 4.23).

Correlatie-coëfficiënten van PEF-waarden ten opzichte van bovengenoemde variabelen zijn van jongens over het algemeen hoger dan van meisjes. Vooral ten opzichte van thoraxmaten zijn grote verschillen vastgesteld.

Correlatie-coëfficiënten ten opzichte van lengte blijken van jongens en meisjes hoger te zijn dan ten opzichte van leeftijd en gewicht, zowel bij schoolkinderen als adolescenten. Dit komt overeen met hetgeen ook door buitenlandse onderzoekers is vastgesteld (tabel 2.1). Correlatie-coëfficiënten ten opzichte van thorax-omvang blijken de laagste te zijn. Hierdoor lijkt het gewenst om PEF-waarden van schoolkinderen en adolescenten vooral ten opzichte van lengte te beoordelen.

4.6.4 Variatie-coëfficiënten

Ten einde een indruk te verkrijgen van de mate van spreiding van peak flow waarden van kinderen, zijn van Hilversumse scholieren variatie-coëfficiënten berekend:

- van leeftijds-, lengte- en gewichtsgroepen (tabel 4.24) en
- van individuele peak flow prestaties bij 15 bepalingen per kind (tabel 4.25).

De variatie-coëfficiënt (vc) is niet bepalend voor de mate van nauwkeurigheid van peak flow metingen, maar heeft betrekking op variaties van peak flow waarden binnen bovengenoemde groepen van kinderen of van individuele prestaties.

De variatie-coëfficiënt is per definitie de verhouding tussen standaardafwijking en gemiddelde.

Uitgedrukt in een quotiënt:

$$vc = \frac{s}{\bar{x}}$$

waarin s = standaardafwijking $\bar{x}$ = gemiddelde

Milner et al. (1970) stelden individuele vc 's vast van 7 kinderen jonger dan 5 jaar waarbij de low range peak flow meter gebruikt werd. Zij vonden een vc van 7-8%, waarbij gedurende een periode van 1 maand op 3-4 verschillende tijdstippen peak flow bepalen van ieder kind zijn verricht.

Lunn (1965) stelde individuele vc 's vast van 1767 jongens en 1789 meisjes van 4-11 jaar. Van jongens is de gemiddelde variatie-coëfficiënt 7,4%, van meisjes 8,0%.

Naar leeftijdsgroepen

Van jongens van 6,0- < 18,0 jaar en meisjes van 6,0- < 19,0 jaar zijn variatie-coëfficiënten van gecorrigeerde PEF-waarden per jaargroep berekend.

De vc van jongens varieert van 0,12-0,20, van meisjes van 0,11-0,22. Bij jongens is geen sprake van een duidelijke invloed van leeftijd op variatie-coëfficiënten, bij meisjes van 14,0- < 18,0 jaar blijken vc 's duidelijk lager te zijn dan van jongere meisjes.

Naar lengtegroepen

Van jongens en meisjes zijn vc 's bepaald per lengtegroep van 5 cm. De lichaams-lengte van jongens reikt van 117,5-182,5 cm, van meisjes van 117,5-177,5 cm.

Variatie-coëfficiënten van jongens variëren van 0,14-0,19, van meisjes van 0,11-0,20. Evenals bij leeftijdsgroepen kan bij jongens geen duidelijke invloed van lengte op vc 's vastgesteld worden. Bij meisjes blijken variatie-coëfficiënten van langere meisjes (vanaf lengten van 162,5 cm) duidelijk lager te zijn dan van kleinere meisjes.

Naar gewichtsgroepen

Van jongens en meisjes zijn vc 's bepaald naar gewichtsgroepen van 5 kg. Het gewicht van jongens en meisjes van 6,0- < 16,0 jaar reikt van 20-69 kg.

Voor bovengenoemde gewichtsgroepen variëren van jongens variatie-coëfficiënten van 0,11-0,22, van meisjes van 0,12-0,21. Evenals bij vc 's naar leeftijds- en lengtegroepen valt bij jongens geen duidelijke invloed te constateren van gewicht op variatie-coëfficiënten.

Variatie-coëfficiënten van meisjes ondergaan een dergelijke invloed vanaf een lichaamsgewicht van 45 kg. Vc 's van meisjes van 45-64 kg zijn lager dan van lichtere meisjes en ook lager dan van jongens met overeenkomstige gewichten.

Individuele variatie-coëfficiënten

Gemiddelden van individuele variatie-coëfficiënten bij 15 inblazingen per persoon zijn van 186 jongens en 134 meisjes berekend naar lengte. De lengte is ingedeeld in groepen van 20 cm (tabel 4.25).

Gemiddelde individuele vc's van jongens zijn 0,06-0,08, van meisjes 0,07-0,09.

Zoals te verwachten is, zijn individuele vc's veel lager dan vc's naar leeftijds-, lengte- en gewichtsgroepen.

Samenvatting

De mate van spreiding van peak flow prestaties van Hilversumse schoolkinderen is met behulp van variatie-coëfficiënten voor leeftijds-, lengte- en gewichtsgroepen en gemiddelde individuele variatie-coëfficiënten vastgesteld.

Individuele variatie-coëfficiënten blijken aanzienlijk lager te zijn dan vc's naar leeftijds-, lengte- en gewichtsgroepen, terwijl individuele variatie-coëfficiënten van Hilversumse schoolkinderen overeenkomen met individuele vc's van Engelse schoolkinderen vastgesteld door Lunn (1965) en Millner et al. (1970).

4.6.5 PEF-waarden van Hilversumse en buitenlandse kinderen

Mediane PEF-waarden van een populatie van Engelse kinderen zijn vastgesteld door Lunn (1965) en van een populatie van Australische kinderen door Dugdale et al. (1968).

Deze buitenlandse waarden zijn niet vergelijkbaar met de Hilversumse waarden, aangezien buitenlandse waarden blijkbaar geen gecorrigeerde waarden zijn (in de literatuur zijn geen aanwijzingen vermeld van toegepaste correcties).

Ter vergelijking met mediane PEF-waarden van buitenlandse populaties van kinderen is in tabel 4.26 een overzicht gegeven van mediane PEF-waarden naar lengte van Hilversumse, Engelse en Australische schoolkinderen.

4.6.6 Regressie-vergelijkingen van PEF-waarden van Hilversumse schoolkinderen

Van kinderen zijn door verschillende onderzoekers regressievergelijkingen vastgesteld van PEF-waarden, bepaald met de peak flow meter volgens Wright.

Murray et al. (1963) bepaalden van 220 gezonde schoolkinderen van 4,5-18,5 jaar te Boston (Massachusetts) regressievergelijkingen van PEF-waarden in relatie tot lichaamslengte.

Deze vergelijkingen zijn:

- voor jongens: $PEF = 5,70 \times \text{lengte} - 480$,
- voor meisjes: $PEF = 4,65 \times \text{lengte} - 344$.

Anderson en Kinnis (1967) stelden regressie-vergelijkingen vast van PEF-waarden in relatie tot lengte en leeftijd van gezonde kleuterschoolkinderen in Vancouver (Br. Columbia). Hiertoe behoorden 370 jongens en 331 meisjes. Deze vergelijkingen zijn:

- voor jongens: $PEF = 1,17 \times \text{lengte} + 0,83 \times \text{leeftijd} + 31,75$,
- voor meisjes: $PEF = 1,55 \times \text{lengte} + 0,44 \times \text{leeftijd} - 17,70$.

De multiële correlatie-coëfficiënt voor jongens is: 0,309, voor meisjes: 0,308.

Dugdale et al. (1968) vonden voor Australische gezonde schoolkinderen, 133 jongens en 128 meisjes van 6,5-12,5 jaar in Queensland, de volgende regressie-vergelijkingen:

- voor jongens: $\log PEF = -0,869 + 2,142 \log \text{lengte}$
(correlatie-coëfficiënt = 0,766),
- voor meisjes: $\log PEF = -0,540 + 2,024 \log \text{lengte}$
(correlatie-coëfficiënt = 0,712).

Bij Chinese gezonde schoolkinderen te Taipei in Taiwan stelden Chiang et al. (1965) regressie-vergelijkingen vast in relatie tot lengte van 371 kinderen, 207 jongens van 7-17 jaar en 164 meisjes van 7-18 jaar.

- voor jongens: $PEF = 5,26 \times \text{lengte (cm)} - 430$,
- voor meisjes: $PEF = 3,30 \times \text{lengte (cm)} - 203$.

Regressie-vergelijkingen van *Hilversumse* schoolkinderen zijn vastgesteld in relatie tot leeftijd, lengte en gewicht van 1400 coöperatieve gezonde schoolkinderen. Tot deze kinderen behoorden 551 jongens en 849 meisjes van 6-18 jaar. Deze vergelijkingen zijn:

- voor jongens:
 $PEF = -234 + 0,20 \times \text{lengte} + 0,28 \times \text{gewicht} + 10,24 \times \text{leeftijd}$
(multiële correlatie-coëfficiënt = 0,91),
- voor meisjes:
 $PEF = -24,3 + 0,008 \times \text{lengte} + 0,29 \times \text{gewicht} + 15,64 \times \text{leeftijd}$
(multiële correlatie-coëfficiënt = 0,88).

In beide vergelijkingen worden lengte in mm, gewicht in hg en leeftijd in jaren weergegeven.

4.6.7 Samenvatting en conclusies

Van Leidse en Hilversumse populaties van schoolkinderen zijn standaard PEF-waarden vastgesteld die, ongecorrigeerd, vooral naar lengte weinig van elkaar afwijken (tabel 4.11 en 4.14).

Van Hilversumse schoolkinderen zijn bestpassende gecorrigeerde PEF-waarden vastgesteld naar de percentielen P10, P50 en P90.

Aangezien Hilversumse PEF-waarden weinig verschillen van Leidse PEF-waarden, dit onderzoek verricht is met betrouwbaar gebleken peak flow meters en somatische parameters van Leidse en Hilversumse schoolkinderen weinig verschillen van Nederlandse kinderen, *kunnen Hilversumse gecorrigeerde bestpassende PEF-waarden bij benadering fungeren als standaardwaarden van Nederlandse kinderen.*

Deze standaardwaarden gelden voor peak flow meters, die geijkt zijn ten opzichte van mechanisch ingestelde PEF-waarden.

Het verdient aanbeveling om PEF-waarden vooral ten opzichte van lichaams-lengte te beoordelen.

Individuele variatie-coëfficiënten van Hilversumse schoolkinderen blijken weinig te verschillen van die van buitenlandse (Engelse) schoolkinderen.

5 PEAK FLOW WAARDEN VAN KINDEREN MET OBSTRUCTIEVE LONGAANDOENINGEN

5.1 *Astmatische kinderen*

5.1.1 Literatuur

Verschillen tussen peak flow waarden van gezonde en astmatische kinderen zijn onderzocht door Heaf et al. (1962) met de peak flow meter volgens Wright en door Rivera et al. (1962) met een pneumotachograaf.

Bij volwassenen zijn deze verschillen onderzocht door Leiner et al. (1963) en Détry et al. (1966) waarbij onderscheid gemaakt is tussen peak flow waarden van gezonde personen en patiënten met respiratoire aandoeningen van het obstructieve- en restrictieve type, dan wel met een combinatie van deze beide aandoeningen.

Limburg (1968) duidt een ademhalingsstoornis aan als een restrictieve stoornis 'indien de vitale capaciteit verkleind is, mits deze verkleining niet het gevolg is van obstructie'. 'In verband met grote spreiding kan een VC pas klein genoemd worden wanneer deze tenminste 20% onder het gemiddelde ligt (bij kleine kinderen zelfs 25%)'. 'Hij beschouwt een stoornis als obstructief, wanneer de 'Tiffeneau' te klein is'.

Leiner et al. (1963) typeren een ademhalingsstoornis als restrictief indien de FVC (Forced Vital Capacity) minder dan 90% is van de standaardwaarde bij een normale 1-sec. capaciteit (FEV_1). Een obstructief ventilatoire stoornis doet zich voor als de 1-sec. capaciteit verminderd is bij een normale waarde van de vitale capaciteit.

Détry et al. (1966) noemen een ademhalingsstoornis restrictief indien bij een normale 'Tiffeneau' de vitale capaciteit geringer is dan 75% van de standaardwaarde. Er is sprake van een obstructieve stoornis indien de 'Tiffeneau' minstens 20% lager is dan de theoretische waarde waarbij de vitale capaciteit buiten beschouwing wordt gelaten.

Cotes (1968) omschrijft het obstructieve type van een ventilatoire stoornis als het voorkomen van een lage FEV (Forced Expiratory Volume) in combinatie met reductie van de 1-sec. capaciteit of met verlenging van de Forced Expiratory Time (= tijd benodigd voor de FVC) van meer dan 5 seconden.

Hiernaast onderscheidt hij het non-obstructieve- of restrictieve type van

ventilatoire stoornissen meestal als gevolg van vermindering van de vitale capaciteit. Dit kan veroorzaakt zijn door veranderingen van de longen (fibroserende alveolitis bijv.) of van de borstwand (ankyloserende spondylitis en kyphoscoliose) welke de expansie beperken. Ook kunnen deze stoornissen het gevolg zijn van afwijkingen van het motorische systeem, waarbij inbegrepen de ademhalingsmusculatuur, waardoor de kracht uitgeoefend door de borstwand, verminderd is: het zgn. hypodynamische type.

Fairbairn et al. (1962) onderzochten met één van de vroegst uitgekomen typen van de Wright peak flow meter het discriminerend vermogen van dit apparaat in vergelijking met spirometrische waarnemingen bij gezonde personen en bronchitis-patiënten.

Heaf et al. (1962) vergeleken peak flow waarden van gezonde kinderen met die van astmatische kinderen tijdens een astma-aanval. Hierbij vonden zij waarden, die bij astmatische kinderen aanzienlijk lager waren dan die van gezonde kinderen. De astmatische kinderen van 3-14 jaar presteerden peak flow waarden van 20-150 l/min., gezonde kinderen van 2-14 jaar van 50-400 l/min.

Rivera et al. (1962) vergeleken pneumotachografisch peak flow waarden van gezonde en astmatische kinderen van 3-5 jaar. Gezonde kinderen presteerden peak flow waarden van 86,4-123,7 l/min., astmatische kinderen van 58,5-75,0 l/min.

Leiner et al. (1963) onderzochten de verhouding tussen peak flow waarden in l/sec. en de 1-sec. capaciteit in l/sec. van gezonde personen en patiënten met restrictieve-, obstructieve- en gecombineerde aandoeningen van de ademhalingswegen.

$$\text{Het quotiënt: } \frac{\text{peak flow: l/sec.}}{\text{1-sec. capaciteit: l/sec.}}$$

bleek voor deze groepen typisch gemiddelde waarden op te leveren. Deze gemiddelde waarden met standaard-afwijkingen waren voor de groep van gezonde personen: $2,70 \pm 0,40$, voor de groep met restrictieve stoornissen: $3,64 \pm 0,77$, voor de groep met obstructieve stoornissen: $2,54 \pm 0,50$ en voor de groep met gecombineerde aandoeningen: $2,16 \pm 0,74$.

Détry et al. (1966) vonden voor 20 gezonde personen met een gemiddelde leeftijd van 24,7 jaar gemiddelde peak flow waarden van 593,75 l/min., voor 20 patiënten met obstructieve ademhalingsstoornissen met een gemiddelde leeftijd van 45,9 jaar, gemiddelde peak flow waarden van 188,25 l/min.

5.1.2 Patiënten astmacentrum 'Heideheuvel'

Populatie

Met medewerking van één der behandelende artsen (C. F. Schüller) is onderzoek verricht naar peak flow prestaties van kinderen opgenomen in het astmacentrum 'Heideheuvel' in Hilversum.

Deze kinderen, afkomstig uit verschillende delen van het land, zijn in dit astmacentrum intern in behandeling en contrôle. Zij zijn in staat onderwijs te volgen vanaf de lagere school (gewoon lager onderwijs en buitengewoon lager onderwijs) tot en met het voortgezet onderwijs aan scholen in Hilversum. In totaal zijn 85 kinderen onderzocht: 63 jongens en 22 meisjes van 10-19 jaar (tabel 5.1).

De graad van ernst van alle onderzochte kinderen is vastgesteld door de behandelende arts en wordt beoordeeld naar de ernstigste graad van doorge-
maakte astma-aanvallen in het afgelopen jaar van opname.

De volgende graden van ernst worden hierbij onderscheiden (Schook et al., 1971):

- 0: geen last
- 1: piepende ademhaling ('pieperig')
- 2: licht benauwd
- 3: matig benauwd
- 4: ernstig benauwd

Ten tijde van het onderzoek werden 17 jongens en 5 meisjes met corticosteroiden behandeld.

De lichaamslengten van jongens blijken voor 76%, van meisjes voor 64% beneden de P50-percentiel van standaardwaarden van lengte naar leeftijd van Nederlandse kinderen (Van Wieringen et al., 1968) te vallen, tabel 5.3. Van de jongens behoorden 79%, van de meisjes 96% tot de lagere welstandsgraden. Tot de lagere welstandsgraden zijn de lagere beroepengroepen van vader en de restgroep gerekend (tabel 5.2). Hierdoor kan o.a. het grote aantal van kleinere kinderen verklaard worden, aangezien kinderen uit lagere beroepengroepen van vader kleiner zijn dan kinderen uit hogere beroepengroepen (Van Wieringen, 1972).

Hiernaast is van belang dat deze kinderen in een actieve fase van astma bronchiale verkeren. Dat ernstige mate van astma bronchiale als zodanig groeibelemmend werkt, is een opvatting verdedigd door Falliers et al. (1961) en Schook et al. (1966). Deze opvatting wordt echter bestreden door Kerrebijn et al. (1968).

Zeker is, dat corticosteroid-therapie groeibelemmend werkt (Norman et al., 1969; Kerrebijn et al., 1968; Schook et al., 1966). In gevallen dat deze therapie bij astmatische kinderen ingesteld is, dient hiermede zeker rekening te worden gehouden.

Bij astmatische kinderen is het daarom van belang resultaten van long-functiebepalingen (als vitale capaciteit, 1-sec. capaciteit en peak flow waarden) uitsluitend naar lengte te beoordelen ongeacht of bij hen therapie met corticosteroiden is ingesteld.

Doelstelling en motivering

Aangezien op aanwijzing van de literatuur bij astmatische kinderen lagere peak flow waarden gevonden zijn dan bij gezonde kinderen, zijn peak flow waarden van astmatische kinderen vastgesteld ter vergelijking met standaard peak flow waarden van gezonde Hilversumse kinderen.

Organisatie

In het schooljaar 1968/'69 in de maanden februari tot juni, is in het astmacentrum 'Heideheuvel' 's zaterdags in de ochtenduren van 08.30-09.30 uur, dit onderzoek verricht. Door de behandelend arts zijn iedere zaterdag-ochtend jongens en meisjes in groepen van 10-12 kinderen voor onderzoek tezamen gebracht. Jongens- en meisjesgroepen zijn steeds apart onderzocht.

Methodiek

Alle kinderen zijn op peak flow prestaties onderzocht met dezelfde peak flow meter (no. 6115). Door alle kinderen is $6 \times$ geblazen, de drie hoogste waarden zijn genoteerd en de hoogste als de maximale PEF-prestatie beschouwd. De lengte van de kinderen is blootsvoets bepaald met behulp van een aan de muur bevestigde microtoise, die op nauwkeurigheid gecontroleerd is. Mond- en keelholte zijn onderzocht op het voorkomen van abnormaliteiten als open verbindingen tussen mond- en neusholte, aanwezigheid van regulatie-beugels van het gebit en hypertrofische tonsillen. Het gewicht is tijdens dit onderzoek niet bepaald. Gegevens hierover zijn verkregen uit ziektelijsten.

Registratie

Verkregen uitkomsten zijn op registratie-formulieren genoteerd waarbij anamnestiche gegevens uit ziektelijsten zijn verkregen. Bijzonderheden betreffende toegepaste therapie zijn eveneens geregistreerd evenals aard en datum van de laatst doorgemaakte astma-aanval.

Resultaten

Van 63 jongens van 10-19 jaar en 22 meisjes van 10-17 jaar zijn gecorrigeerde peak flow waarden naar lengte vergeleken met overeenkomstige standaardwaarden van Hilversumse schoolkinderen.

Op basis van percentielcurven van gecorrigeerde standaard PEF-waarden naar lengte en graden van ernst is een frequentie-verdeling verkregen uit daartoe samengestelde puntendiagrammen (tabel 5.4).

Gebleken is, dat van astmatische jongens peak flow prestaties voor 58% beneden 10^o standaard percentielwaarden liggen, van astmatische meisjes is dit percentage 68%.

Opmerkelijk is hierbij, dat gevallen van 'astma-2' voorkomen beneden de 10^o-percentiel. Een verklaring hiervoor kan zijn, dat deze kinderen op het ogenblik van onderzoek, niet in de beste conditie verkeerden.

Een op een willekeurig tijdstip uitgevoerd peak flow onderzoek behoeft niet bepalend te zijn voor de graad van ernst, die klinisch vastgesteld is.

Hierop wijzen eveneens gevallen van 'astma-3' en 'astma-4' met peak flow waarden gelegen tussen P50- en P90-percentiel standaardwaarden. Ook presteerden 2 meisjes met 'astma-4' en een jongen met 'astma-3' peak flow waarden hoger dan P90-percentiel standaardwaarden.

5.1.3 Schoolkinderen

Deze kinderen behoren tot een steekproef populatie van kinderen, die tijdens schoolgeneeskundig onderzoek tevens op peak flow prestaties onderzocht zijn. Hiertoe behoorden 27 jongens en 14 meisjes met astma bronchiale, onderzocht tijdens het schooljaar 1968/'69. Het zijn kinderen van kleuterscholen, gewone lagere scholen en scholen voor voortgezet onderwijs in de leeftijden van 4-16 jaar (tabel 5.1). Bij 14 kinderen zijn tijdens lichamelijk onderzoek manifeste afwijkingen aan de longen gevonden.

Uitvoering onderzoek

Tijdens periodiek systematisch onderzoek is bij deze kinderen manifeste- en anamnestiche astma bronchiale vastgesteld. Nadere informatie omtrent de juistheid van deze diagnose is bij huisartsen ingewonnen aan wie daartoe strekkende enquête-formulieren toegestuurd zijn (bijlage 2).

Van alle kinderen zijn opgevraagde gegevens van huisartsen terugontvangen waarmee alle gestelde astma-diagnosen bevestigd werden.

Lengte en gewicht zijn op de gebruikelijke wijze bepaald. Peak flow bepalingen zijn bij ieder kind 6 x verricht, waarvan de drie hoogste waarden genoteerd zijn. De hoogste van deze drie waarden is als de maximale peak flow waarde beschouwd en is gecorrigeerd volgens de correctie-tabel van peak flow meter no. 5116.

Anamnestiche gegevens en onderzoekresultaten zijn genoteerd op dezelfde registratie-formulieren als gebruikt voor het gehele onderzoek naar standaard peak flow waarden.

Perioden waarin astmatische aanvallen voor het laatst opgetreden zijn, worden onderscheiden in:

- Minder dan 1 maand geleden: 'periode-1',
- Vanaf 1 maand tot minder dan 3 maanden geleden: 'periode-2',
- Vanaf 3 maanden tot minder dan 6 maanden geleden: 'periode-3',
- Vanaf $\frac{1}{2}$ jaar tot minder dan 1 jaar geleden: 'periode-4',
- Vanaf 1 jaar tot langer dan 1 jaar geleden: 'periode-5'.

Resultaten

Van deze astmatische kinderen zijn gepresteerde peak flow waarden naar lengte vergeleken met overeenkomstige standaardwaarden van Hilversumse

schoolkinderen. Hiertoe is de verdeling van gecorrigeerde peak flow waarden van astmatische kinderen aangegeven naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram van gecorrigeerde PEF-standaardwaarden en interval sinds laatste aanval. Resultaten uit daartoe samengestelde puntendiagrammen zijn in tabelvorm weergegeven (tabel 5.6).

Van 27 astmatische jongens heeft 56% peak flow waarden gepresteerd beneden P₁₀ standaardwaarden. Van deze jongens hadden er tien manifeste longafwijkingen tijdens onderzoek. Van 14 astmatische meisjes presteerden 57% peak flow waarden gelegen beneden P₁₀ standaardwaarden. Onder deze meisjes waren vier gevallen met manifeste afwijkingen aan de longen tijdens onderzoek.

Van deze astmatische schoolkinderen is gebleken dat hun lengte/leeftijd/relatie praktisch overeenkomt met die van gezonde Nederlandse kinderen. (tabel 5.5). Dit in tegenstelling met de lengte/leeftijd/relatie van astmatische patiënten van het astmacentrum 'Heideheuvel'.

Met betrekking tot de beroepengroepen van vader behoren deze kinderen voor 29% tot lagere, 61% tot middelbare en voor 10% tot hogere beroepengroepen. Tot de lagere beroepengroepen is ook de restgroep gerekend waartoe 2% behoort (tabel 5.5).

5.2 *Schoolkinderen met recidiverende bronchitis*

5.2.1 Literatuur

Holland et al. (1969) stelden vast, dat kinderen die nimmer aan bronchitis geleden hadden, hogere peak flow waarden presteren dan kinderen, die één of meerdere keren bronchitis hebben doorgemaakt.

Gregg (1966) vond bij volwassen patiënten met chronische bronchitis verlaagde peak flow waarden evenals bij rokers, die regelmatig sputum opgaven. Hierbij wijst hij op het belang van een vroege diagnostiek in verband met therapeutische maatregelen voordat er irreparabele beschadigingen van de luchtwegen optreden. De belangrijkste afwijking bij chronische bronchitis is de progressieve beschadiging van de structuur van de bronchiale luchtwegen waardoor een verhoogde weerstand van de luchtstroom ontstaat.

De World Health Organization (1961) heeft een klinische definitie gegeven van chronische bronchitis. Deze luidt: 'Chronic bronchitis is a chronic or recurrent increase above the normal in the volume of bronchial mucous secretion, sufficient to cause expectoration when this is not due to localized bronchopulmonary disease'.

'The words chronic or recurrent may be further defined as present on most day's during at least three months in each or two successive years'.

De Medical Research Council (1965) definieert chronische bronchitis als:

'A chronic or recurrent increase in the volume of mucoid bronchial secretion sufficient to cause expectoration'.

Voor de diagnostiek onderscheidt de Medical Research Council (1966) het voorkomen van drie stadia:

- 1 Stadium van de ongecompliceerde vorm met voornamelijk mucus sputum.
- 2 Stadium met muco-purulente sputa.
- 3 Het obstructieve stadium.

Byrne (1966) wijst op de mogelijkheid van vroege diagnostiek in de stadia 1 en 2 met behulp van longfunctie-onderzoek. *In deze vroege stadia komen meer laag-normale waarden voor dan sub-normale waarden.*

5.2.2 Bronchitis-diagnostiek van schoolgeneeskundige diensten

Nadat in 1966 de C-lijst van jaarverslagen door de Hoofdinspectie van Volksgezondheid is afgeschaft, is door ons aan de hand van jaarverslagen van enige schoolgeneeskundige diensten, nagegaan in hoeverre er daarna veranderingen opgetreden zijn in bronchitis-diagnostiek.

De C-lijst omvat rapportage van het voorkomen van ziekten en gebreken van schoolkinderen op uniforme wijze over het afgelopen kalenderjaar, uitgebracht door alle schoolgeneeskundige diensten hier te lande. Onder afwijkingen gevonden bij: Borst(-organen) is de diagnose: astma bronchiale naast chronische bronchitis vermeld (Bijlage 3).

In de epidemiologische gegevens van chronische bronchitis en astma bronchiale van schoolkinderen (par. 2.3) zijn van verschillende schoolgeneeskundige diensten gegevens over het voorkomen van deze longaandoeningen onder deze diagnoses vermeld (tabel 2.2 en 2.3).

Gebleken is dat de diagnose chronische bronchitis door verschillende diensten gewijzigd is in: bronchitis, recidiverende bronchitis en CARA of is in sommige diensten bronchitis-diagnostiek geheel achterwege gelaten.

Verschil van inzicht betreffende bronchitis-diagnostiek blijkt bij verschillende diensten te bestaan, zodat een duidelijk inzicht in het voorkomen van deze aandoening onder schoolkinderen hier te lande niet mogelijk is.

In verband met de voorwaarde waaraan deze diagnose moet voldoen (par. 5.2.1) blijken anamnestiche gegevens verkregen van begeleidende ouders en van oudere kinderen zelf, betreffende kwantiteit en kwaliteit van geproduceerde sputa tijdens hoestperioden, te onbetrouwbaar te zijn om hieraan waarde te kunnen hechten. Indien uit de anamnese blijkt dat een kind herhaaldelijk langdurige perioden heeft doorgemaakt met bronchitis is door ons de diagnose *recidiverende* bronchitis gebruikt waarbij kwantiteit en kwaliteit van sputa buiten beschouwing zijn gebleven.

Wellicht is het nog vermeldenswaard, dat in de opgave van ziekten, als

reden van plaatsing op de Openluchtschool te Rotterdam in plaats van recidiverende bronchitis, de diagnose 'recidiverende ontsteking van de luchtwegen', terwijl door de Openluchtscholen te 's-Gravenhage de diagnose 'recidiverende bronchitis' gebruikt wordt in de jaarverslagen 1968.

5.2.3 Onderzoek van schoolkinderen met recidiverende bronchitis

Doelstelling

Vroegdiagnostiek op basis van sputum-onderzoek is bij kinderen tijdens periodiek schoolonderzoek niet te verwezenlijken. Met peak flow onderzoek is dit echter wel mogelijk, aangezien hiermede de mate van voorkomende obstructieve processen van de luchtwegen vastgesteld kan worden. In de 'vroege stadia' zouden reeds verlaagde waarden vast te stellen zijn bij longfunctie-onderzoek (Byrne, 1968).

Peak flow onderzoek is daarom verricht bij schoolkinderen, die meer dan $1 \times$ bronchitis hebben doorgemaakt om een indruk te verkrijgen van het voorkomen van afwijkende peak flow waarden in deze gevallen.

Uitvoering onderzoek

Schoolkinderen met anamnestic bronchitis zijn volgens dezelfde methodiek onderzocht als de overige Leidse en Hilversumse schoolkinderen met peak flow meter no. 5116 waarbij ook dezelfde registratieformulieren gebruikt zijn.

Gevalen van anamnestic doorgemaakte recidiverende bronchitis zijn verdeeld naar perioden waarin bronchitis zich heeft voorgedaan. De indeling van deze periode is dezelfde als toegepast voor astmatische kinderen (par. 5.1.3).

Resultaten

Van 122 schoolkinderen, 56 jongens en 66 meisjes van 4-16 jaar met anamnestic bronchitis, zijn peak flow bepalingen verricht.

Tijdens fysisch onderzoek bleken 8 kinderen, 5 jongens en 3 meisjes, auscultair afwijkingen aan de longen te hebben (tabel 5.1).

Uitkomsten van de frequentie-verdeling van peak flow prestaties naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en naar perioden van doorgemaakte recidiverende bronchitis, zijn verkregen uit daartoe samengestelde punten-diagrammen (tabel 5.7).

Gebleken is, dat 34% van de jongens en 37% van de meisjes PEF-prestaties leverden beneden de P10-percentiel. Van jongens die gedurende 1 jaar en langer recidiverende bronchitis hebben doorgemaakt (periode-5) bleken 23%, van meisjes die in dezelfde periode aan recidiverende bronchitis hadden geleden, 33% PEF-waarden beneden de P10-percentiel te presteren.

Hieruit is gebleken dat niet alleen recente gevallen, maar ook een aantal

schoolkinderen, die een jaar en langer geleden recidiverende bronchitis-perioden hebben doorgemaakt, nog duidelijk lagere PEF-waarden presteren.

5.3 *Samenvatting en conclusies*

In totaal zijn 248 kinderen met manifeste en anamnestic doorgemaakte astma bronchiale en recidiverende bronchitis onderzocht op PEF-prestaties. Hieronder bevonden zich 85 astmapatiënten van het astmacentrum 'Heideheuvel' en 163 schoolkinderen. Van deze kinderen zijn PEF-prestaties beschouwd ten opzichte van de percentielen P₁₀, P₅₀ en P₉₀ van standaard PEF-waarden naar lengte en naar graden van ernst en perioden van doorgemaakte astma en recidiverende bronchitis.

Gebleken is dat PEF-prestaties van deze kinderen voor een hoog percentage gelegen zijn beneden de P₁₀-percentiel waardoor het vermoeden gewettigd wordt, dat peakflowmetrie tot detectie kan leiden van obstructieve longaan-doeningen bij kinderen.

Het verdient aanbeveling om bij astmatische kinderen peak flow prestaties uitsluitend naar lengte te beoordelen.

6 NEVENONDERZOEKINGEN

6.1 *Peak flow waarden vóór en na lichamelijke inspanning*

6.1.1 Literatuur

Dat lichamelijke inspanning van invloed is op de expiratoir- ventilatoire capaciteit van kinderen, blijkt uit een onderzoek van Nairn et al. (1961). Zij vonden verhoogde peak flow waarden na lichamelijke inspanning, die bestond uit hardlopen over een afstand van 150 yards (1 yard = 91,44 cm).

Vóór en direct na het hardlopen zijn peak flow waarden bepaald. Hierbij werd een toename van 15–25 l/min. over alle lengtegroepen vastgesteld, zodat kleinere kinderen een relatief hogere toename toonden dan grotere kinderen.

Een onderzoek van Capel et al. (1959) toonde aan, dat de 1-sec. capaciteit na lichamelijke inspanning bij gezonde personen niet of niet van betekenis toeneemt. Wel werd toename geconstateerd bij patiënten met obstructieve longaandoeningen. Voor dit onderzoek bestond lichamelijke inspanning uit het beklimmen van een trap van ongeveer 25 cm hoogte (10 inches) 15 × per minuut gedurende 5 minuten, of zo lang als zij dit maar vol konden houden. De inspanning was bij alle proefpersonen zodanig dat zij alle 'more or less breathless on effort' waren op het eind van het trapklimmen.

Uitvoering onderzoek

Tijdens periodiek systematisch onderzoek van schoolkinderen van de Openbare LOM-school te Hilversum is peak flow onderzoek van kinderen verricht vóór en na lichamelijke inspanning (tabel 6.1).

Aangezien in deze school een gymnastieklokaal beschikbaar is en het schoolhoofd en enkele andere leerkrachten direct bereid waren medewerking te verlenen, is dit een zeer gunstige situatie voor een dergelijk onderzoek. Dit onderzoek is ook niet speciaal bij LOM-schoolkinderen verricht maar is voortgevolgd uit bovengenoemde gunstige omstandigheden.

In het gymnastieklokaal liepen de kinderen in de looppas allen een gelijke afstand van ongeveer 150 meter. Tevoren zijn peak flow bepalingen verricht:

zes inblazingen waarvan de hoogste als de maximale waarde genoteerd is. Direct na die afstand afgelegd te hebben zijn van de nog hijgende kinderen, opnieuw peak flow waarden bepaald en eveneens de hoogste van zes inblazingen genoteerd.

Aan dit onderzoek hebben 39 gezonde kinderen van 9-13 jaar deelgenomen zonder longpathologie in de anamnese of verschijnselen daarvan tijdens het onderzoek. Verder hebben 6 kinderen met longpathologie aan dit onderzoek deelgenomen: vijf kinderen met astma bronchiale, vier jongens en 1 meisje en 1 jongen met recidiverende bronchitis. De astmatische kinderen waren in behandeling van de astmacentra: 'Heideheuvel' en 'Bos en Heide'.

6.1.2 Resultaten

A. Kinderen zonder longpathologie

- 1 Na inspanning *lagere* peak flow waarden van 5-30 l/min. bij 6 kinderen (15%) waarvan 3 jongens en 3 meisjes.
- 2 Na inspanning *gelijk* gebleven peak flow waarden bij 2 kinderen (5%): 1 jongen en 1 meisje.
- 3 Na inspanning *hogere* peak flow waarden van 5-30 l/min. bij 25 kinderen, van 35-60 l/min. bij 6 kinderen, allen jongens. Bij 31 kinderen dus hogere waarden na inspanning of bij 80% van het totale aantal kinderen. Uit de frequentie-verdeling (tabel 6.1) blijkt dat het mediane verschil in PEF-waarden na inspanning bij jongens +18,7 l/min. en bij meisjes +10 l/min. is, terwijl bij jongens en bij meisjes tezamen het mediane verschil +17,9 l/min. blijkt te zijn.

B. Kinderen met longpathologie

Astmatische kinderen :

- 1 Jongen van 10 jaar met een toename van 55 l/min.
(= toename van 16,9% ten opzichte van maximale waarde vóór inspanning).
- 2 Jongen van 9 jaar met een toename van 35 l/min.
(= toename van 16,2% ten opzichte van maximale waarde vóór inspanning).
- 3 Jongen van 13 jaar met een toename van 5 l/min.
(= toename van 1,5% ten opzichte van maximale waarde vóór inspanning).
- 4 Jongen van 13 jaar met een toename van 70 l/min.
(= toename van 29,7% ten opzichte van maximale waarde vóór inspanning).
- 5 Meisje van 11 jaar met een toename van 55 l/min.
(= toename van 30,5% ten opzichte van maximale waarde vóór inspanning).

Een jongen met *recidiverende bronchitis* had een toename van 60 l/min. of van 22,6% ten opzichte van maximale waarde vóór inspanning.

Naar aanleiding van deze resultaten zijn nog vier leerlingen met astma bronchiale, ook in behandeling van dezelfde astmacentra, aan dezelfde proefneming onderworpen. Dit zijn leerlingen van de Openbare BLO-school, in welke school eveneens een gymnastieklokaal aanwezig is.

Bij deze vier kinderen zijn de volgende resultaten verkregen:

- 1 Jongen van 8 jaar met een toename van 25 l/min. of van 13,1% ten opzichte van de maximale waarde vóór inspanning.
- 2 Jongen van 11 jaar met een toename van 30 l/min. of van 18,7% ten opzichte van de maximale waarde vóór inspanning.
- 3 Jongen van 11 jaar met een toename van 75 l/min. of van 28,3% ten opzichte van de maximale waarde vóór inspanning.
- 4 Meisje van 7 jaar met een toename van 20 l/min. of van 11,4% ten opzichte van de maximale waarde vóór inspanning.

Hieruit blijkt, dat bij 9 kinderen met astma bronchiale en 1 jongen met recidiverende bronchitis, voor 100% toename van peak flow waarden zijn opgetreden na lichamelijke inspanning.

De astmatische kinderen zijn allen na de hardloopproof geobserveerd en auscultatoir onderzocht. Hierbij is bij geen van de kinderen toename geconstateerd van obstructieve symptomen.

Zij konden in het verdere verloop van de dag normaal aan het onderwijs deelnemen. Deze hardloopproof was dan ook geen hogere fysieke belasting dan deelname aan het normale gymnastiekprogramma waaraan deze kinderen regelmatig deelnamen gedurende het cursusjaar.

Dat een hardloopproof bij astmatische kinderen bevorderend kan werken op de mate van obstructie, is gebleken uit o.a. in 1972 verschenen publicaties (König et al., 1972; Silverman et al., 1972 en Sly et al., 1972).

6.1.3 Conclusie

Deze resultaten stemmen in grote lijnen overeen met bevindingen van Nairn et al. (1961) bij gezonde kinderen. In hoeverre bij het onderzoek van Nairn et al. negatieve of gelijke bevindingen aanwezig waren, blijkt niet uit de verstrekte gegevens waarbij slechts gemiddelde toenames per lengtegroep vastgesteld zijn.

Met betrekking tot het onderzoek van Capel et al. (1959) blijken peak flow waarden, na inspanning, in 80% van het totaal aantal onderzochte gezonde kinderen wel toegenomen in tegenstelling tot 1-sec. waarden van gezonde personen.

6.2 *Peak flow waarden en geslachtelijke rijpingsfasen*

De relatie tussen geslachtelijke rijping en expiratoire peak flow is onderzocht bij Hilversumse schoolkinderen.

Bij jongens zijn mediane waarden berekend naar ontwikkelingsstadia van pubesbeharings en genitaal, bij meisjes zijn mediane waarden berekend naar ontwikkelingsstadia van pubesbeharings en mammae. Ook zijn bij meisjes mediane waarden berekend naar het al of niet ingetreden zijn van de menarche.

Mediane peak flow waarden, naar stadia van geslachtelijke rijping, zijn naar lengtegroepen gedifferentieerd, waarbij gebleken is dat in dezelfde lengtegroepen verschillende rijpingsgraden voorkomen (horizontale toename van rijpingsstadia in de tabellen), bij toenemende lengte hogere rijpingsgraden (diagonale toename van rijpingsstadia in de tabellen) en bij dezelfde rijpingsgraden toenemende lengten voorkomen (verticale toename van lengte in de tabellen).

6.2.1 Jongens

PEF-naar-lengte en genitaalontwikkeling

Bij 463 jongens zijn mediane PEF-waarden naar lengte (9 lengtegroepen van 6 cm gelegen tussen 120 en 173 cm) en stadia van genitaalontwikkeling (G1-G5) vastgesteld (tabel 6.2).

In dezelfde lengtegroepen zijn hogere mediane PEF-waarden gepresteerd door jongens, die in een verder gevorderd stadium van genitaalontwikkeling verkeren. Verschillen van 20-60 l/min. zijn hierbij vastgesteld.

PEF-naar-lengte en stadia pubesbeharings

Bij 272 jongens, verdeeld over 6 lengtegroepen van 6 cm gelegen tussen 138 en 173 cm, zijn mediane PEF-waarden naar stadia van pubesbeharings (P1-P5) vastgesteld (tabel 6.2).

Jongens van dezelfde lengtegroep presteren als regel hogere PEF-waarden naarmate zij in een verder gevorderd stadium van pubesbeharings verkeren. Verschillen van 5-25 l/min. zijn hierbij vastgesteld.

6.2.2 Meisjes

PEF-naar-lengte en stadia pubesbeharings

Mediane PEF-waarden zijn bij 581 meisjes vastgesteld naar lengte (7 lengtegroepen van 6 cm gelegen tussen 132 en 173 cm) en stadia van pubesbeharings (P1-P5).

Van al deze meisjes is gebleken dat bij dezelfde lengtegroepen mediane PEF-waarden toenemen bij verder gevorderde pubesbeharings. Verschillen van 5-75 l/min. zijn hierbij vastgesteld (tabel 6.3).

PEF-naar-lengte en stadium van mammae-ontwikkeling

Bij 640 meisjes zijn deze relaties onderzocht waarbij mediane PEF-waarden vastgesteld zijn naar lengte (7 lengtegroepen van 6 cm gelegen tussen 132 en 173 cm) en de ontwikkelingsstadia M1-M5 van de mammae.

Gebleden is, dat bij alle lengtegroepen toenemende PEF-waarden gepresteerd worden door degenen, die in een verder stadium van mammae-ontwikkeling verkeren. Verschillen van 20-85 l/min. zijn hierbij vastgesteld (tabel 6.3).

Invloed van de menarche op PEF-prestaties

In hoeverre de menarche en PEF-prestaties gerelateerd zijn, is onderzocht bij 527 meisjes. Hiertoe behoorden 182 meisjes bij wie de menarche nog niet was ingetreden.

Mediane PEF-waarden zijn vastgesteld naar lengte (4 lengtegroepen van 5 cm tussen 150 en 173 cm) en al of niet ingetreden zijn van de eerste menstruatie (tabel 6.3).

Bij dezelfde lengtegroepen hebben reeds menstruerende meisjes hogere PEF-waarden dan meisjes bij wie de menstruatie nog niet is ingetreden. Dit geldt voor alle vier onderzochte lengtegroepen waarbij verschillen van 25-55 l/min. zijn vastgesteld.

6.2.3 Conclusie

PEF-waarden blijken bij dezelfde lengtegroepen een toename naar rijpingsgraden te tonen. Bij dezelfde rijpingsgraden nemen PEF-waarden met lengte toe.

6.3 *Peak flow waarden en intelligentie*

Door De Muth et al. (1965) is aangetoond dat er een positieve correlatie bestaat tussen de expiratoire peak flow en intelligentie-quotiënt (IQ) van psychisch normale kinderen.

Teneinde een indruk te verkrijgen in hoeverre intelligentie medebepalend is voor peak flow prestaties, zijn coöperatieve oligofrene leerlingen van een BLO-school te Hilversum op peak flow prestaties onderzocht.

Bij 133 kinderen van 7-14 jaar waren peak flow bepalingen mogelijk. Bij 11 kinderen konden deze bepalingen niet verricht worden, aangezien zij ernstig motorisch gestoord waren.

In verband met een onderzoek naar het aantal inblazingen om maximale PEF-prestaties te bereiken, heeft ieder van de 133 kinderen 15 inblazingen verricht (zie ook par. 3.3.2). De door hen gepresteerde maximale PEF-prestaties zijn daarom als zeer betrouwbaar te beschouwen.

Lichaamslengten van deze kinderen zijn op dezelfde wijze bepaald als beschreven voor het overige onderzoek naar standaardwaarden van Leidse en Hilversumse schoolkinderen.

Totaal zijn 90 jongens en 43 meisjes onderzocht naar maximale PEF-prestaties welke vergeleken zijn met standaard PEF-waarden van Hilversumse schoolkinderen. In deze groep van BLO-kinderen waren 4 astmatische kinderen (3 jongens en 1 meisje), die tijdens het onderzoek normale PEF-waarden presteerden. Gebleken is dat PEF-waarden naar lengte van deze BLO-leerlingen geen systematische verschillen tonen met standaard PEF-waarden naar lengte van Hilversumse schoolkinderen (tabel 6.4).

Van deze groep van BLO-leerlingen zijn van 76 jongens en 36 meisjes de intelligentie-quotiënten bepaald volgens de methode van Terman-Merrill. De indeling naar IQ van deze groep kinderen is als volgt: 7 leerlingen hadden een IQ van 50 tot 59, 31 leerlingen een IQ van 60 tot 69, 55 leerlingen een IQ van 70 tot 79 en 19 leerlingen een IQ van 80 tot 84. Hieruit is gebleken, dat van debiele kinderen peak flow bepalingen mogelijk zijn tot een IQ van 50!

Tot de 11 BLO-leerlingen bij wie geen peak flow bepalingen mogelijk waren behoorden ook kinderen met weinig sociale redzaamheid. Hieronder waren ook kinderen met IQ's van 50 tot 59 (eveneens bepaald volgens de methode van Terman-Merrill).

Bij debiele kinderen moet rekening gehouden worden met het feit dat leeftijd, vooral bij kinderen met zeer lage intelligentie-quotiënten, een belangrijke rol speelt. De indruk bestaat dat, indien deze kinderen op jongere leeftijd nog niet tot peak flow prestaties in staat zijn, het voor hen op oudere leeftijd niet uitgesloten moet worden geacht, dat zij hiertoe wel in staat blijken te zijn. Drie jongens met een IQ van 50 met betrouwbare peak flow prestaties, waren 12 tot 14 jaar oud.

6.4 *Peak flow waarden van kinderen met afwijkingen van mond- en keelholte en afwijkingen van de lichaamshouding*

Geconstateerde afwijkingen van mond- en keelholte omvatten de aanwezigheid van regulatiebeugels van het gebit en het voorkomen van hypertrofische tonsillen (zie par. 4.3.3.2). Tot waargenomen afwijkingen van de lichaamshouding behoren kyfotische en scoliotische houdingsafwijkingen.

PEF-waarden van Hilversumse schoolkinderen zijn in relatie tot lengte vergeleken met overeenkomstige standaard peak flow waarden van de Hilversumse populatie van coöperatieve en gezonde schoolkinderen zonder manifeste en anamnestiche longaandoeningen. De door hen gepresteerde PEF-waarden zijn mede verwerkt bij berekening van standaard peak flow waarden naar lengte waartoe in totaal 534 jongens en 831 meisjes behoren (tabel 4.14).

6.4.1 PEF-waarden van kinderen met regulatiebeugels van het gebit

Bij 17 jongens van 6-12 jaar en 19 meisjes van 8-13 jaar zijn regulatiebeugels van het gebit aangetroffen. PEF-bepalingen zijn verricht met de regulatiebeugels in situ.

Van 16 jongens en 14 meisjes kunnen de gepresteerde PEF-waarden als normaal worden beschouwd. Bij 1 jongen en 5 meisjes in de leeftijden van 8-13 jaar zijn PEF-waarden geconstateerd beneden de P10-percentiel van standaardwaarden. Hieruit blijkt dat vooral bij meisjes, regulatiebeugels van het gebit PEF-bepalingen ongunstig kunnen beïnvloeden.

6.4.2 PEF-waarden van kinderen met hypertrofische tonsillen

Bij 27 jongens en 67 meisjes van 4-18 jaar zijn enkel- en dubbelzijdige hypertrofische tonsillen geconstateerd. Van deze kinderen presteerden 1 jongen van 4 jaar en 1 meisje van 6 jaar lagere PEF-waarden dan de P10-percentiel van standaardwaarden. Hieruit blijkt dat hypertrofische tonsillen niet systematisch van invloed zijn op PEF-prestaties, gezien het zeer geringe aantal kinderen met hypertrofische tonsillen die lagere PEF-waarden gepresteerd hebben.

6.4.3 PEF-waarden van kinderen met afwijkende lichaamshoudingen

Kyfotische (slappe) lichaamshoudingen zijn geconstateerd bij 17 jongens van 12-15 jaar en 43 meisjes van 6-18 jaar. Bij 1 jongen van 15 jaar en 8 meisjes van 7-14 jaar zijn lagere PEF-waarden dan de P10-percentiel van standaardwaarden vastgesteld. Bij een meisje van 12 jaar met een kyfotische lichaamshouding en regulatiebeugel van het gebit, bleken de PEF-prestaties zeer veel geringer te zijn dan de P10-percentiel van standaardwaarden waaruit blijken kan, dat men bij een combinatie van deze afwijkingen zeker op lagere PEF-prestaties verdacht dient te zijn!

Scoliotische lichaamshoudingen zijn geconstateerd bij 4 jongens van 12-14 jaar en 2 meisjes van 6 en 12 jaar. Slechts bij 1 jongen werd duidelijk lagere PEF-waarden dan de P10-percentiel van standaardwaarden vastgesteld. Deze jongen had een sterk afwijkende thorax met afplatting van de linkerhelft en ingetrokken sternum en waarschijnlijk een scoliosis van de wervelkolom. Blijkbaar hebben scoliotische houdingsafwijkingen zonder deformiteit van de thorax geen nadelige invloed op PEF-prestaties bij kinderen.

6.4.4 Conclusie

Vooraf bij meisjes is gebleken dat regulatiebeugels van het gebit en kyfotische houdingsafwijkingen een nadelige invloed uitoefenen op PEF-prestaties. Bij

jongens bestaat de indruk dat deze afwijkingen PEF-prestaties minder sterk beïnvloeden. Bij combinaties van deze afwijkingen bij hetzelfde kind kunnen vooral bij meisjes lagere PEF-prestaties verwacht worden.

6.5 *Peak flow waarden naar beroepengroepen*

Aangezien de mogelijkheid bestaat, dat het sociale welvaartspeil van invloed is op peak flow prestaties van schoolkinderen, is hiernaar een onderzoek ingesteld bij gezonde en coöperatieve Leidse en Hilversumse schoolkinderen.

Uit onderzoekingen van Holland (1969) naar de expiratoire capaciteit van kinderen, is gebleken dat gepresteerde peak flow waarden afhankelijk zijn van sociale welvaartsgraad. Hogere peak flow waarden zijn bij hogere welvaartsgraden geconstateerd.

Resultaat

Na bewerking van geregistreerde gegevens is gebleken dat van 824 Leidse en 1153 Hilversumse schoolkinderen voldoende aantallen middelbare en lagere beroepengroepen van vader beschikbaar zijn om tot een vergelijking te komen van peak flow waarden van deze beide groepen. Hogere beroepengroepen zijn zowel in de Leidse als Hilversumse populaties te gering in aantal om vergeleken te worden met de andere beroepengroepen.

Mediane peak flow waarden naar leeftijd zijn berekend uit middelbare en lagere beroepengroepen van 350 jongens en 474 meisjes uit de Leidse populatie en van 412 jongens en 741 meisjes uit de Hilversumse populatie.

Gebleken is dat er bij deze populaties geen systematische verschillen voorkomen tussen peak flow prestaties van schoolkinderen uit middelbare en lagere beroepengroepen van vader.

SAMENVATTING

Met de peak flow meter volgens Wright kan de maximale uitademhalings-snelheid gemeten worden. Deze methodiek is van betekenis voor het vaststellen van de aanwezigheid van obstructieve longaandoeningen.

Uit geraadpleegde literatuur blijkt dat er verschil van opvatting bestaat over de waarde van peak flow onderzoek. Vooral grote spreiding van peak flow waarden van gezonde personen veroorzaakt moeilijkheden voor beoordeling van afwijkende waarden. Dit wordt gezien als een nadeel van deze methodiek. In het algemeen is men van opvatting, dat peakflowmetrisch onderzoek niet in de plaats van spirometrisch onderzoek van de expiratoire capaciteit kan treden.

Peakflowmetrisch onderzoek is van nut gebleken voor vaststelling van bronchus-obstructie bij astma bronchiale en chronische bronchitis. Ook kan hiermede op eenvoudige wijze het effect van bronchodilatantia bij patiënten met astma bronchiale worden vastgesteld. Ook als screeningsmethode voor het aantonen van respiratoire aandoeningen van obstructieve aard, veroorzaakt door luchtverontreiniging, is peak flow onderzoek van waarde gebleken.

Om de intrinsieke nauwkeurigheid van peak flow meters op een objectieve wijze te kunnen beoordelen zijn *ijkingen* ten opzichte van mechanisch ingestelde peak flow waarden ingesteld van verschillende peak flow meters o.a. naar de gebruikte apparaten voor het Leidse en Hilversumse schoolonderzoek. Gebleken is, dat ijking en herijking essentiële voorwaarden zijn voor peak-flowmetrisch onderzoek. Met behulp van correctie-tabellen kunnen geregistreerde peak flow waarden herleid worden tot gecorrigeerde peak flow waarden.

Aangezien bij ijking gebleken is, dat afgelezen PEF-waarden op low range-standaard peak flow meters, elkaar niet dekken, lijkt ons constructie van een ander type low range peak flow meter met een meetbereik van 20-400 l/min. aan te bevelen.

Bij onderzoek naar de *validiteit* van deze onderzoeksmethode is gebleken, dat peakflowmetrie overeenkomt met de spirometrische bepaling van de 1-sec. capaciteit gezien de hoge correlatie tussen beide methodieken.

Om een indruk te verkrijgen van peak flow prestaties van Nederlandse

kinderen zijn van Leidse en Hilversumse schoolkinderen peak flow bepalingen verricht.

In totaal zijn 3677 schoolkinderen onderzocht. Van ruim 2500 gezonde en coöperatieve schoolkinderen, zonder anamnestiche en manifeste longpathologie, zijn van beide populaties standaardwaarden verkregen.

Beide populaties zijn op kenmerkende populatie-eigenschappen onderzocht waartoe behoren biometrische parameters als lengte, gewicht, thoraxmaten en geslachtelijke ontwikkelingsstadia, coöperatie, longpathologie, welstandsgraden, gezinsgrootte en rangnummer der onderzochte kinderen.

Hieruit is gebleken dat biometrische eigenschappen van Leidse en Hilversumse schoolkinderen onderling weinig verschillen en beide weinig afwijken van biometrische eigenschappen van Nederlandse kinderen.

De mate van *coöperatie* van Leidse en Hilversumse schoolkinderen blijken onderling veel overeenkomst te tonen. Bij toenemende leeftijd neemt coöperatie toe. Vooral bij kleuters is het percentage non-coöperatieven hoog, vooral bij vierjarigen. Zeer veel tact is bij deze kinderen nodig om hen tot goede prestaties te krijgen. Bij oudere kinderen uit geringe coöperatie zich voornamelijk als mindere technische vaardigheid. Vooral meisjes tonen iets mindere technische vaardigheid ook indien zij toch van goeden wille zijn.

Gezinsgrootte en rangnummer onder de onderzochte populaties blijken vrijwel identiek aan elkaar te zijn. Onder Hilversumse schoolkinderen komt echter een hoger percentage van hogere en middelbare beroepengroepen van vader voor dan onder Leidse schoolkinderen. In beide populaties zijn hogere beroepengroepen sterker vertegenwoordigd dan landelijk het geval is.

Onder Hilversumse schoolkinderen komt een hoger percentage voor van astma bronchiale dan onder Leidse schoolkinderen, hetgeen waarschijnlijk veroorzaakt wordt door de aanwezigheid van astmacentra voor kinderen te Hilversum en Blaricum, waarvan vele patiënten Hilversumse scholen bezoeken.

Om de beste methodiek van peak flow onderzoek bij kinderen vast te stellen zijn de volgende deel-onderzoekingen verricht: optimaal aantal inblazingen, het al of niet gebruiken van een neusklem, invloed van lichaamshouding tijdens het blazen en naar variaties van peak flow waarden van dezelfde kinderen gedurende één dag en op verschillende dagen.

Uit het onderzoek naar aantal inblazingen om maximale PEF-prestaties te verkrijgen, is gebleken dat 6 inblazingen voldoende geacht kunnen worden om de maximaal gepresteerde PEF-waarden vast te stellen. De hoogste van 6 gepresteerde PEF-waarden geldt als de maximale peak flow prestatie.

Gebruik van de neusklem is geen vereiste en is bij kleuters geheel af te raden, aangezien afklemming van de neus hen onwillig stemt ten opzichte van het onderzoek.

Peak flow onderzoek dient in rechtop staande of rechtop zittende houding uitgevoerd te worden. De prestaties in beide houdingen blijken ongeveer

gelijk te zijn. In liggende houding zijn de maximale prestaties veel geringer dan in de beide eerder genoemde houdingen.

Peak flow prestaties van gezonde kinderen op verschillende tijden van de dag tonen geen significante verschillen, terwijl verschillen in individuele peak flow prestaties op verschillende dagen in het algemeen niet groter zijn dan verschillen gedurende één dag.

Ongecorrigeerde berekende PEF-standaardwaarden zijn verkregen van gezonde en coöperatieve Leidse en Hilversumse schoolkinderen zonder manifeste en anamnestiche longpathologie. Gebleken is dat PEF-standaardwaarden van deze beide populaties geen systematische verschillen tonen.

Aangezien biometrische parameters van Hilversumse schoolkinderen weinig verschillen van landelijke normen, kunnen gecorrigeerde bestpassende standaard peak flow waarden van Hilversumse schoolkinderen bij benadering gelden als standaardwaarden van Nederlandse kinderen.

Ter vaststelling van afwijkende peak flow waarden veroorzaakt door obstructieve longaandoeningen, zijn onderzoeken verricht bij astmatische kinderen en kinderen met manifeste en anamnestiche recidiverende bronchitis.

Duidelijk is gebleken dat bij obstructieve longaandoeningen een hoog percentage PEF-waarden gepresteerd wordt beneden P10-percentiel standaardwaarden. Bij astmatische kinderen zijn percentages van 65%–68% gevonden.

Uit een aantal nevenonderzoeken is verder een indruk verkregen van peak flow waarden en lichamelijke inspanning, geslachtelijke rijping, intelligentie, beroepengroepen van vader, afwijkingen van mond- en keelholte en afwijkingen van de lichaamshouding.

Wat lichamelijke inspanning betreft zijn hogere peak flow waarden gepresteerd door gezonde kinderen nadat zij een inspanningsproef van het lopen in de 'looppas' van ongeveer 150 meter hadden afgelegd in het gymnastieklokaal. Ook is dit het geval met astmatische kinderen, die verder in staat waren normaal aan schoolgymnastiek deel te nemen en die zich in langere aanvalsvrije perioden bevonden ten tijde van het onderzoek.

Geslachtelijke rijping heeft een duidelijke relatie met PEF-prestaties: hogere PEF-waarden zijn geregistreerd bij kinderen, die bij gelijke lengte in een hoger stadium verkeren van geslachtelijke rijpingskenmerken als: pubesbeharig, ontwikkeling van de genitaliën bij jongens en ontwikkeling van de mammae bij meisjes. Ook is gebleken dat de menarche een zeer duidelijke relatie heeft met peak flow prestaties. Reeds menstruerende meisjes van dezelfde lichaams-lengten presteren hogere peak flow waarden dan meisjes bij wie de menarche nog niet ingetreden is.

Het intelligentie-niveau kan van betekenis zijn bij beoordeling van peak flow prestaties. Bij kinderen van normaal intellectueel peil, kunnen steeds, indien zij voldoende coöperatief zijn, betrouwbare maximale prestaties ver-

wacht worden. Ook minder begaafde kinderen kunnen, bij voldoende coöperatie, nog betrouwbare maximale PEF-prestaties leveren. Echter is dit meer te verwachten bij oudere oligofrene kinderen, die ook over een voldoende sociale redzaamheid beschikken.

PEF-prestaties van Hilversumse schoolkinderen, behorende tot middelbare en lagere beroepengroepen van vader, zijn naar beroepengroep en leeftijd onderling met elkaar vergeleken. Hierbij is gebleken, dat er tussen PEF-prestaties van beide groepen geen systematische verschillen te onderscheiden zijn.

Peak flow onderzoek door dezelfde personen verricht door verschillende onderzoekers kan, bij gebruik van peak flow meters waarvan de betrouwbaarheid door ijking gebleken is, zeer goed tot uniforme resultaten leiden met behulp van daartoe samengestelde correctie-tabellen. Voorwaarde hiervoor is, dat de onderzoekers goed geïnstrueerd zijn en op uniforme wijze het onderzoek uitgevoerd wordt.

Conclusies

Peak flow onderzoek bij schoolkinderen verschaft betrouwbare informatie betreffende het voorkomen van obstructieve longaandoeningen.

Tijdens periodiek systematisch onderzoek van schoolkinderen verdient het aanbeveling dat deze methode op indicatie van manifeste symptomen of anamnestiche gegevens steeds wordt toegepast. Op openluchtscholen dient peak flow onderzoek meerdere keren in het schooljaar verricht te worden bij kinderen, die op indicatie van astma of recidiverende bronchitis op die scholen geplaatst zijn. Prognosestelling is hierdoor, in verband met de plaatsingsduur, beter mogelijk dan met uitsluitend fysisch onderzoek.

Peak flow onderzoek ter vaststelling van de expiratoir-ventilatoire capaciteit van kinderen betekent een belangrijke aanwinst in de diagnostiek voor artsen werkzaam in preventieve jeugdgezondheidszorg.

SUMMARY

By means of Wright's peak flow meter a subject's maximum forced expiratory flow rate can be measured, which is of importance with regard to the screening for possible obstructive pulmonary disease. From the literature it appears that there exists some divergence of opinion about the value of peak flow tests. It is particularly felt as a disadvantage, that the large variation of peak flow rates in healthy subjects makes an interpretation of abnormal rates rather difficult. Most authors agree that peak flow tests should not replace the spirometric measurement of expiratory capacity.

However, peak flow tests have proved their usefulness for the detection of bronchial obstruction in patients suffering from bronchial asthma or chronic bronchitis, and they furthermore provide a simple method of measuring the effect of bronchodilatation in cases of bronchial asthma. In addition, the peak flow test is a valuable screening method for the diagnosis of obstructive respiratory diseases resulting from air pollution.

In order to obtain an objective idea of the degree of intrinsic accuracy of peak flow meters, some of them, for instance the models used for the examination of Leyden and Hilversum school children, were *calibrated* by means of mechanically set peak flow rates. From the results it became clear, that regular calibrations of the measuring equipment are absolutely essential in peak flow testing. For the conversion of registered rates into corrected rates, correction tables can be used.

Since it appeared, during the aforesaid process of calibration, that the low range peak flow meter and the standard peak flow meter gave different peak expiratory flow (PEF) readings, it seems desirable to construct a new type of low range peak flow meter with a measuring range between 20 and 400 litres/min. As to the *validity* of peak flow testing it can be said, that PEF-rates may be compared to the one-second capacity values assessed in spirometry, in view of the fact that there is a high correlation between both measuring techniques.

In order to gain some insight into PEF-rates of Dutch children, peak flow tests were conducted among school children in Leyden and Hilversum. The population studied consisted of 3,677 school children; for over 2,500 of them – healthy, co-operative children without asthma in their medical history

and without manifest lung pathology – standard peak flow rates were obtained.

A study was made of specific characteristics of both populations, e.g. of biometrical parameters such as height, weight, thorax measurements and stage of sexual maturation, together with lung pathology, degree of co-operation, socio-economic status, family size and the child's rank order within the family. As far as biometrical characteristics were concerned, the differences between Leyden and Hilversum school children were negligible. The same applied, *mutatis mutandis*, to the biometrical characteristics of these two populations as compared to Dutch children in general.

The *degree of co-operation* of Leyden and Hilversum school children was about the same. Co-operation tended to increase with advancing age. Particularly among pre-school children, and more especially among the 4-year-olds, the percentage of non-co-operation was very high and it required an enormous amount of tact to get good results with these children. In older children, a slight degree of co-operation resulted mainly from lack of technical skill. This applied especially in the case of girls, even when they were quite willing to co-operate.

Both populations showed hardly any differences regarding the factors '*family size*' and '*rank order*'. Among Hilversum school children, however, the percentage of families with a medium or higher socio-economic status was larger than among the Leyden children. Compared with the situation in The Netherlands as a whole, both populations had a larger percentage of higher socio-economic status groups.

Among Hilversum children there appeared to be a higher percentage of bronchial asthma than among Leyden children, probably due to the fact that many patients staying at the children's asthma clinics in Hilversum and Blaricum attend schools in Hilversum.

In order to determine which technique can best be adopted for peak flow tests in children, a study was made of the maximum number of blowing attempts needed, the fact whether or not to use a nose-clamp, the effect of the child's position during the test, and the individual variations encountered on the same day as compared with succeeding days.

The conclusion was drawn, that 6 attempts were sufficient for obtaining maximum PEF-rates. The highest rate from this series of 6 was taken as the maximum peak flow rate.

Use of a nose-clamp is not necessary and for pre-school children even inadvisable, since this makes them unwilling to co-operate.

Peak flow tests can best be conducted with the subject in an upright sitting or standing position, which procedures lead to almost identical results. Tests carried out with the subject lying down yield much lower maximum rates.

Peak flow rates obtained from healthy children during various times of the day did not show significant differences, nor were the differences in individual

rates determined on several days in general greater than the differences registered during tests on the same day.

The standard PEF-rates calculated for healthy and co-operative Leyden and Hilversum school children without asthma in their medical history and without manifest lung pathology are uncorrected. They do not show any systematic differences.

Since the biometrical parameters for Hilversum school children differ only slightly from biometrical parameters for Dutch children in general, the corrected best-fitting standard PEF-rates found in Hilversum may be taken as the standard rates for children in The Netherlands.

To determine abnormal peak flow rates resulting from obstructive pulmonary disease, a survey was carried out among children with asthma or with a previous or present history of recurring bronchitis. Among subjects with obstructive pulmonary disease, a high percentage of PEF-rates below the P₁₀ standard values were clearly evident. For children with asthma, percentages of 65–68 were found.

On the strength of some additional investigations, some insight was obtained into the relationship between PEF-rates and physical exercise, sexual maturation, intelligence, and socio-economic status.

As far as the factor 'physical exercise' was concerned, it was found that healthy children could produce higher PEF-rates after 'marching at the double' for about 160 yards in the school gymnasium. The same was true of children with asthma who could normally take part in school physical exercises and who had been free of attacks for some time.

Sexual maturation proved to have a clear relationship with the PEF-rates produced: higher rates were registered among children who, although they were of the same height as their contemporaries, were sexually more mature (pubic hair, genital development in boys, breast development in girls). The onset of menarche also turned out to be clearly related to the level of the PEF-rates: thus, girls who had already begun to menstruate could produce higher rates than girls of the same height who had not.

The child's level of intelligence can be of influence for the evaluation of PEF-rates as well. Among co-operative children of a normal intelligence reliable maximum rates can be expected as a rule, and the same holds true for a great number of less intelligent children, provided that they are co-operative. However, the best results in this latter group will be produced by the somewhat older oligophrenic children, who possess a sufficient degree of social training.

The PEF-rates of Hilversum school children, belonging to medium and lower socio-economic status groups, were compared according to age and father's socio-economic status. No systematic differences could be found.

Peak flow tests, performed by different examiners, can lead to uniform results, provided that the peak flow meters used are regularly tested for their

accuracy, that the examiners concerned are well-instructed, and that they apply a uniform screening technique. The results can be converted by means of correction tables.

Conclusions:

Peak flow tests among school children yield reliable information concerning the presence of obstructive pulmonary disease.

It is advisable, that during periodic school health examinations the peak flow test is carried out as a routine check among children with asthma in their medical history or with manifest lung pathology. At open-air schools, peak flow tests should be conducted several times a year among children with asthma or recurring bronchitis. In this way it is easier to indicate a prognosis (also of importance in connection with the duration of stay) than by means of a physical examination only.

Finally, peak flow tests for the determination of the expiratory/ventilatory capacity in children are an important diagnostic acquisition for medical officers concerned with preventive child care.

LITERATUUR

- Abramowitz, S., G. C. Leiner, M. J. Small and E. G. San Salvadore. Evaluation of the expiratory peak flow rate. *Amer. J. med. Sci.* 86.190.1967.
- Anderson, D. O., and C. Kinnis. An epidemiologic assessment of a pediatric peak flow meter. *Amer. Rev. resp. Dis.* 95.73.1967.
- Anderson, J. P. The low-range peak flow meter used by school entrants. *Brit. J. clin. Pract.* 20.635.1966.
- Anderson, S. D., J. D. S. McEvoy and S. Bianco. Changes in lung volumes and airway resistance after exercise in asthmatic subjects. *Amer. Rev. resp. Dis.* 106.30.1972.
- Annoations. Smoking and chronic bronchitis in the U.S.A. *Lancet.* 2.1132.1959.
- Anthony, A. J. Funktionsprüfung der Atmung. Leipzig. H. Venrath. 1962.
- Arnott, W. M. Respiratory failure. *Lancet.* 1.1.1960.
- Bates, D. V. Peak flow meter (correspondence). *Brit. med. J.* 1.56.1960.
- Bernstein, L., J. L. D'Sylva and D. Mendel. The effect of the rate of breathing on the maximum breathing capacity determined with a new spirometer. *Thorax.* 7.255.1952.
- Biersteker, K. Luchtverontreiniging en dagelijkse pneumometerwaarden bij tien astmatische kinderen in Rotterdam. *T. soc. Geneesk.* 112.1208.1967.
- Biersteker, K. Bronchitisklachten bij Rotterdams gemeentepersoneel. *Ned. T. Geneesk.* 112.1208.1968.
- Biersteker, K., en P. van Leeuwen. Peak flow waarden bij schoolkinderen in twee Rotterdamse woonwijken. *Ned. T. Geneesk.* 113.2317.1969.
- Bishop, J. M. The establishment of a laboratory for the assessment of pulmonary function. *Brit. J. Dis. Chest.* 54.133.1960.
- Bjurge, J. Spirometric studies in normal subjects. IV. Ventilatory capacities in healthy children 7-17 years of age. *Acta paediat. (Uppsala).* 52.232.1963.
- Blackburn, C. R. B., F. H. Green and G. A. Mitchell. Studies of nontuberculous lung disease in New Guinea populations. *Amer. Rev. resp. Dis.* 102.567.1970.
- Blackhall, M. I. Ventilatory function in subjects with childhood asthma who have become symptom free. *Arch. Dis. Childh.* 45.363.1970.
- Bodman, R. I. Clinical application of pulmonary function tests. *Anaesthesia.* 18.355.1963.
- Bouhuys, A. The clinical use of pneumotachography. *Acta med. scand.* 159.91.1957.
- Bouhuys, A. Peak flow meter. (Correspondence). *Brit. med. J.* 1.1209.1960.
- Bouhuys, A. Longfunctieproeven. *Ned. T. Geneesk.* 107.1914.1963.
- Bouhuys, A., en B. Jonson. Ademweerstand. *Ned. T. Geneesk.* 110.2025.1966.
- Bouhuys, A., and K. P. van de Woestijne. Restrictive versus obstructive ventilatory impairment. *Brit. med. J.* 2.352.1968.
- Byrne, P. S. The problem of chronic bronchitis in general practice. *Practitioner.* 203.737.1969.
- Capel, L. H., and J. Smart. The forced expiratory volume after exercise, forced inspiration and the Valsalva and Müller manoeuvres. *Thorax.* 14.161.1959.
- Cherniak, R. M. Ventilatory function in normal children. *Canad. med. Assoc. J.* 87.80.1962.
- Chiang, S. T., and T. S. Han. Peak flow rate in relation to age, sex and anthropometric measurements. *Acta paediat. scand.* 54.439.1965.
- College of General Practitioners. Chronic bronchitis in Great Britain. *Brit. med. J.* 2.973.1961.

- Colley, J. R. T., and D. D. Reid. Urban and social origin of childhood bronchitis in England and Wales. *Brit. med. J.* 2.213.1970.
- Colley, J. R. T. Respiratory disease in childhood. *Brit. med. Bull.* 27.9.1971.
- Cotes, J. E. Lung function. Assessment and application in medicine. Oxford and Edinburgh. Blackwell 1968.
- Cullen, K. J., T. A. Welborn, N. S. Stenhouse and D. H. Curnow. Ventilatory capacity and productive cough in a rural community. *Brit. J. prev. soc. Med.* 23.85.1969.
- Deenstra, H. Longfunctie. In: F. S. P. van Buchem et al. (reds). *Nederlands leerboek voor interne geneeskunde. Deel II.* p. 266. Amsterdam. Scheltema en Holkema. 1960.
- Deenstra, H. Medisch onderzoek, inleiding en klinisch deel. *T. soc. Geneesk.* 43.757.1965.
- Deenstra, H. Validiteit van patiënten met ziekten van de longen. In: Nap, A., et al. *Validiteits-onderzoek.* Leiden. Stafleu. 1970. Pp. 233-61.
- DeMuth, G. R., W. F. Howatt and B. Hill. Forced flow rates. *Pediatrics.* 35.200.1965.
- DeMuth, G. R., M. D. Bruce, M. Hill, Ph. D. Howatt and W. F. Howatt. The interrelations of the different lung tests. *Pediatrics.* 35.211.1965.
- Détry, J. M., B. Delgrange, L. de Meester, L. Billiet et J. Prignot. Signification du 'peak flow rate'. *J. franc. med. chir. thor.* 20.739.1966.
- Détry, J. M., M. Willette, L. Billiet, J. Prignot et T. Hansen. Etude comparative du Peak Flow Rate et de la Spirographie. *Med. Thorac.* 23.358.1966.
- Doeleman, F. Sociaal-geneeskundige studies over asthma bronchiale. Assen. Van Gorcum. 1957. (T.S.G.-reeks; 3).
- Donleben, P. G. Studies on lungmechanics. Groningen 1959. Proefschrift.
- Douglas, J. W. B., and R. E. Waller. Air pollution and respiratory infection in children. *Brit. J. prev. soc. Med.* 20.1.1966.
- Dugdale, A. E., and M. Moerie. Normal values of Forced Vital Capacity (FVC), Forced Expiratory Volume (FEV₁₋₀) and Peak Flow Rate (PFR) in children. *Arch. Dis. Childh.* 43.229.1968.
- Dugdale, A. E., J. M. Bolton and A. Ganendras. Respiratory function among Malaysian aborigines. *Thorax.* 26.740.1971.
- Eerelms, J. Het medisch aspect van de openluchtschool. In: *Verslag van het congres van openluchtscholen.* 40.1963.
- El-Shaboury, A. H. Controlled study of a new inhalant in asthma and bronchitis. *Brit. med. J.* 2.1037.1964.
- Emerson, P. A. The physiological background - normal and disturbed. Symposium: 'The early stages of chronic bronchitis'. *J. Coll. gen. Practit.* 11.1966. Suppl. 2.20.
- Engström, I., P. Karlberg and S. Krapelien. Respiratory studies in children. I. Lungvolumes in healthy children, 6-14 years of age. *Acta paediat. (Uppsala).* 46.277.1956.
- Fairbairn, A. S., G. M. Fletcher, C. M. Tinker and C. H. Wood. A comparison of spirometric and peak expiratory flow in men with and without chronic bronchitis. *Thorax.* 17.168.1962.
- Falliers, G. J., J. Scentivanyi, M. McBride and S. C. Bukantz. Growth rate of children with intractable asthma. Observations on the influence of the illness and its therapy with steroids. *J. Allergy.* 32.420.1961.
- Ferris, Jr., B. G., J. L. Whittenberger and J. R. Gallagher. Maximum breathing capacity and vital capacity of male children and adolescents. *Pediatrics.* 9.659.1952.
- Ferris, Jr., B. G., and C. W. Smith. Maximum breathing capacity and vital capacity in female children and adolescents. *Pediatrics.* 12.341.1953.
- Ferris, Jr., B. G., and C. W. Smith. Effects of air pollution on school absences and differences in lung function in first and second graders in Berlin, New Hampshire, January 1966 to June 1967. *Amer. Rev. resp. Dis.* 102.591.1970.
- Fletcher, G. M., and C. M. Tinker. Chronic bronchitis. *Brit. med. J.* 1.1491.1961.
- Flint, F. J., and M. O. Khan. Clinical use of peak flow meter. *Brit. med. J.* 2.1231.1962.
- Ganse, W. van. Toepassing van longfunctienormen in de arbeidsgeneeskunde. *T. soc. Geneesk.* 49.532.1971.
- Gillam, G. L., K. N. McNicol and H. E. Williams. Chest deformity, residual airways obstruction and hyperinflation, and growth in children with asthma. II. Significance of chronic chest deformity. *Arch. Dis. Childh.* 45.789.1970.
- Godfrey, T., and Chr. Saunders. Measurement of peak expiratory flow. *Lancet.* 1.1400.1965.

- Godfrey, S., P. F. Kamburoff and J. R. Nairn. Spirometry, lung volumes and airway resistance in normal children aged 5 to 18 years. *Brit. J. Dis. Chest.* 64.15.1970.
- Gomez, G. Lung function tests in general practice. In: 'Transactions of world asthma conference 1965' Chest and Heart Association, London.
- Gomez, G. Use of pulmonary tests in general practice. Symposium: The early stages of chronic bronchitis. *J. Coll. gen. Practit* 11.1966. Suppl. 2.26.
- Hadorn, W. Ueber die Bestimmung des Expirationsstosses (maximale Ausatmungsstromstärke). Eine klinische Methode. Ein neues Pneumometer. *Z. klin. Med.* 140.226.1942.
- Hadorn, W. Ein neues Pneumometer zur Bestimmung des Expirationsstosses (maximale Ausatmungsstromstärke). *Schweiz. med. Wschr.* 72.946.1942.
- Harms, H., en J. C. van Wieringen. Onderzoek van de ventilatoire capaciteit van schoolkinderen met de peak flow meter. *T. soc. Geneesk.* 47.1969. Suppl. 1.18.
- Heaf, P. J. D., and P. M. S. Gillam. Peak flow rates in normal and asthmatic children. *Brit. med. J.* 1.1595.1962.
- Helliesen, P. J., C. D. Cook, L. Friedländer and S. Agathon. Studies of respiratory physiology in children. I. Mechanics of respiration and lung volumes in 85 normal children 5 to 17 years of age. *Pediatrics.* 22.80.1958.
- Herxheimer, H. The value of simple lung function tests in asthmatic disease. *Acta Allerg. (Kbh)* 18.1.1963.
- Herxheimer, H., and E. Stresemann. Dichlorphenamide in emphysema and chronic bronchial asthma. *Acta Allerg. (Kbh)* 19.487.1964.
- Higgins, I. T. T. Respiratory symptoms, bronchitis and ventilatory capacity in random sample of an agricultural population. *Brit. med. J.* 2.1198.1957.
- Higgins, I. T. T., and A. L. Cochrane. Chronic respiratory diseases in a random sample of men and women in the Rhondda Fach in 1958. *Brit. J. ind. Med.* 18.93.1961.
- Hoffbrand, B. I., M. I. Hoffbrand, I. D. Hill and P. J. D. Heaf. Trial of bronchodilator drugs given by metered aerosol with a comparison of two bedside methods of estimating airway resistance. *Brit. med. J.* 1.1014.1966.
- Holland, W. W., and D. D. Reid. The urban factor in chronic bronchitis. *Lancet.* 1.445.1965.
- Holland, W. W., and A. Elliott. Cigarette smoking, respiratory symptoms and anti-smoking propaganda. *Lancet.* 1.41.1968.
- Holland, W. W., T. Halil, A. E. Bennet and A. Elliott. Factors influencing the onset of chronic respiratory disease. *Brit. med. J.* 2.205.1969.
- Holland, W. W., H. S. Kasap, J. R. T. Colley and W. Cormack. Respiratory symptoms and ventilatory functions: a family study. *Brit. J. prev. soc. Med.* 23.77.1969.
- Hordijk, W. Groei en ontwikkeling in de puberteit en de adolescentie. Utrecht. 1961. Proefschrift.
- Howatt, W. F., and G. R. DeMuth. Configuration of the chest. *Pediatrics.* 35.177.1965.
- Hughes, D. T. D. Pulmonary function tests in diagnosis and management. *Brit. med. J.* 4. 1969.356.
- Johansen, Z. M., and L. D. Erasmus. Clinical spirometry in normal Bantu. *Amer. Rev. resp. Dis.* 97.585.1968.
- Johnston, R. N., W. Lockhart, D. H. Smith and N. K. Cadman. A trial of phenethicillin in chronic bronchitis. *Brit. med. J.* 1.985.1961.
- Kamat, S. R., N. Krishnaswamy, B. S. Sarma and S. Ranganathan. Experiences with a Wright's peak flow meter. *Amer. Rev. resp. Dis.* 96.545.1967.
- Kamat, S. R., K. V. Thiruvengadam and T. L. Rao. A study of pulmonary function among Indians and assessment of the Wright peak flow meter in relation to spirometry for field use. *Amer. Rev. resp. Dis.* 96.707.1967.
- Kazemi, H., and E. Carvallo-Gill. Relationship between peak flow rate (PFR) and other tests of ventilatory capacity. *Dis. Chest.* 50.500.1966.
- Kazemi, H. Pulmonary function tests. *J. Amer. med. Assoc.* 206.2302.1968.
- Kerrebijn, K. F., and J. P. de Kroon. Effect on height of corticosteroid therapy in asthmatic children. *Arch. Dis. Childh.* 43.556.1968.
- Kerrebijn, K. F. Asthma en bronchitis (CARA) bij kinderen. *Huisarts Wet* 12.372.1969.
- Kerrebijn K. P. Longafwijkingen bij cystic fibrosis. *Maandschr. Kindergeneesk.* 37.105.1969.
- König, P., S. Godfrey and A. Abrahamov. Exercise-induced bronchial lability in children with a history of wheezy bronchitis. *Arch. Dis. Childh.* 47.578.1972.

- Krogman, W. M. Growth of head, face, trunk and limbs in Philadelphia white and negro children of elementary and high school age. Monographs Society for research in child development. 136. 1970.
- Kuyvenhoven, J. Het longfunctie-onderzoek bij de N.V. Nederlandse Spoorwegen. T. soc. Geneesk. 45.448.1967.
- Lal, S., M. D. Ferguson and E. J. M. Campbell. Forced expiratory time: a simple test for airways obstruction. Brit. med. J. 1.814.1964.
- Lende, R. van der, J. P. M. de Kroon, G. G. van der Meulen, G. J. Tammeling, B. F. Visser, K. de Vries en N. G. M. Orie. Epidemiologisch CARA-onderzoek. Analyse van endogene factoren. T. soc. Geneesk. 49.450.1971.
- Leiner, G. G., S. Abramowitz, M. J. Small, V. B. Stenby and W. A. Lewis. Expiratory peak flow rate. Standard volumes for normal subjects. Use as a clinical test of ventilatory function. Amer. Rev. resp. Dis. 88.644.1963.
- Leonards, A. K. Der maximale Expirationsstrom (The peak expiratory flow). Acta Allerg. (Kbh) 21.99.1966.
- Levison, H., M. Kamel, T. R. Weng and K. Kruger. Expiratory flow rates determined by wedge and water spirometer in children and young adults. Acta paediat. scand. 59.648.1970.
- Lewinsohn, H. G., L. H. Capel and J. Smart. Changes in forced expiratory volumes throughout the day. Brit. med. J. 1.462.1960.
- Limburg, M. Het klinisch longfunctie-onderzoek en de toepassing daarvan bij kinderen. Maandschr. Kindergeneesk. 36.18.1968.
- Limburg, M. Een vergelijkend onderzoek over astma-patiënten en variaties in longfunctie (peak flow) bij kinderen in een astmacentrum. Maandschr. Kindergeneesk. 37.341.1969.
- Lockhart, W., D. H. Smith, A. Mair and W. A. Wilson. Practical experience with the peak flow meter. Brit. med. J. 1.37.1960.
- Lowry, R. C., J. S. Mackay, B. Sheridan, and J. A. Weaver. Intermittent corticotrophin treatment: ventilatory tests in asthmatic subjects. Brit. med. J. 4.455.1969.
- Lunn, J. E. Respiratory measurements of 3556 Sheffield schoolchildren. Brit. J. prev. soc. Med. 19.115.1965.
- Lunn, J. E., J. Knowelden and J. W. Roe. Patterns of respiratory illness in Sheffield junior school-children. Brit. J. prev. soc. Med. 24.223.1970.
- Luyken, R., J. F. de Wijn en J. C. A. Zaat. Skeletbouw en lichaamsgewicht. Een statistisch-somatometrisch onderzoek bij 8- en 25-jarige jongens en mannen. Ned. T. Geneesk. 111.441.1967.
- Luyken, R., J. F. de Wijn en J. C. A. Zaat. Lengte-gewicht-borstbreedte tabellen voor Nederlandse mannen van 14 tot 25 jaar. Ned. T. Geneesk. 111.936.1967.
- Lyons, H. A., W. R. Tanner and T. Picco. Pulmonary function studies in children. Amer. J. Dis. Child. 100.196.1960.
- McNeill, R. S., C. D. Malcolm and W. R. Brown. A comparison of expiratory and inspiratory flow rates in health and in chronic pulmonary disease. Thorax. 14.225.1959.
- McNicoll, K. N., H. E. Williams and G. L. Gillam. Chest deformity, residual airways obstruction and hyperinflation, and growth in children with asthma. I. Prevalence findings from an epidemiological study. Arch. Dis. Childh. 45.783.1970.
- Magnus, A., and W. Schöndube. Der Atemstoss und seine Messung. Z. ges. exper. Med. 123.538.1954.
- Matilla, M., and A. Muittari. The effect of bronchodilator aerosols on the peak expiratory flow rate in asthmatic patients. Acta med. scand. 180.421.1966.
- Mearns, M. B. Simple tests of ventilatory capacity in children with cystic fibrosis. Arch. Dis. Childh. 43.528.1968.
- Medical Research Council. Definition and classification of chronic bronchitis for clinical and epidemiological purposes. Lancet. 1.775.1965.
- Meisner, P., and P. Hugh-Jones. Pulmonary function in bronchial asthma. Brit. med. J. 1.460.1968.
- Milner, A. D., and D. Ingram. Peak expiratory flow rates in children under 5 years of age. Arch. Dis. Childh. 45.780.1970.
- Mork, T. A comparative study of respiratory disease in England & Wales and Norway. Acta med. scand. Suppl. 384.1962.
- Morris, J. P., A. Koski and L. C. Johnson. Spirometric standards for healthy non-smoking adults. Amer. Rev. resp. Dis. 103.57.1971.

- Muittari, A. BP 400 in bronchial asthma. *Acta Allerg. (Kbh)* 18.263.1963.
- Mulder, W. C. Het sociaal-psychiatrisch aspect van de Openluchtschool. In: Verslag van het congres voor Openluchtscholen. 40.1963.
- Muller, J. Chronische afwijkingen van de luchtwegen bij kinderen. *Keesings med. Arch.* 1654.9055. 1971.
- Murray, A. B., and Ch. D. Cook. Measurements of peak expiratory flow rates in 220 normal children from 4,5 to 18,5 years of age. *J. Pediat.* 62.186.1963.
- Murray, E. A. A trial of Ampicillin in chronic bronchitis. *J. Coll. gen. Practit.* 7.244.1964.
- Nairn, J. R., A. J. Bennet, J. D. Andrew and P. McArthur. A study of respiratory function in normal schoolchildren. The peak flow rate. *Arch. Dis. Childh.* 36.253.1961.
- Nairn, J. R., and R. S. McNeill. Adaptation of the Wright peak flow meter to measure inspiration flow. *Brit. med. J.* 1.1321.1963.
- Norman, A. P., and S. S. Sanders. A study of the effect of corticotrophin on skeletal maturation and linear growth on six patients with severe asthma. *Scand. J. resp. Dis. Suppl.* 68.49.1969.
- Olsen, H. C., and J. C. Gilson. Respiratory symptoms, bronchitis and ventilatory capacity in men. An Anglo-Danish comparison, with special reference to differences in smoking habits. *Brit. med. J.* 1.450.1960.
- Orzales, M. M., Ch. D. Cook and M. C. Hart. Pulmonary function in symptom-free asthmatic patients. *Acta paediat. (Uppsala)* 53.401.1964.
- Otto, E. Die Bedeutung des Atemstosses in der Klinik, besonders bei Asthmakranken. Eine Messungsmethode. *Münch. med. Wschr.* 84.738.1937.
- Palmer, K. N. V. Changes in ventilatory function after abdominal operations. *Lancet.* 1.191.1961.
- Parbrook, C. D., G. A. D. Rees and G. S. Robertson. Relief of post-operative pain: comparison of a 25% nitrous-oxyde and oxygen mixture with morphine. *Brit. med. J.* 2.480.1964.
- Pelzer, A. M., and M. L. Thomson. Expiratory peak flow. *Brit. med. J.* 2.123.1964.
- Peters, J. M., and B. G. Ferris Jr. Smoking, pulmonary function, and respiratory symptoms in a college-age group. *Amer. Rev. resp. Dis.* 96.774.1967.
- Pickworth, K. H., and J. Westwood. Use of the Wright peak flow meter. A double blind trial of two bronchodilator aerosols. *Practitioner.* 194.260.1965.
- Prime, F. J. Peak flow meter (Correspondence). *Brit. med. J.* 1.423.1960.
- Prins, L. C. Een onderzoek naar de waarde van meting van peak flow en vitale capaciteit voor en na operaties. *Ned. T. Geneesk.* 116. 177.1972.
- Read, J., and T. Selby. Tobacco smoking and ventilatory function of the lung. *Brit. med. J.* 2.1104.1961.
- Reid, D. D., D. O. Anderson, B. G. Ferris and C. M. Fletcher. An Anglo-American comparison of the prevalence of bronchitis. *Brit. med. J.* 2.1487.1964.
- Rebuck, A. S., and J. Read. Exercise-induced asthma. *Lancet.* 2.429.1968.
- Ritchie, B. A comparison of forced expiratory volume and peak flow in clinical practice. *Lancet.* 2.271.1962.
- Rivera, L. M., and G. L. Snider. Ventilatory studies in preschool children. I. Peak expiratory flow rate in normal and abnormal preschool children. *Pediatrics.* 30.117.1962.
- Rosenblatt, G., I. Alkaly, P. D. McCann and M. Stein. The correlation of peak flow rate with maximal expiratory flow rate, one-second forced expiratory volume, and maximal breathing capacity. *Amer. Rev. resp. Dis.* 87.589.1963.
- Rossier, P. H., A. Buhlmann and K. Kiesinger. *Physiologie und Pathophysiologie der Atmung.* Berlin, etc. Springer, 1959.
- Rümke, Chr. L. en P. D. Bezemer. Methoden voor de bepaling van normale waarden. I. Algemene beschouwingen en beschrijvingen van enkele gangbare procedures. *Ned. T. Geneesk.* 116.1224. 1972.
- Rümke, Chr. L., en P. D. Bezemer. Methoden voor de bepaling van normale waarden. II. Nieuwe methoden. *Ned. T. Geneesk.* 116.1559.1972.
- Russell, G. and E. A., Feather. Effects of feeding on respiratory mechanics of healthy newborn infants. *Arch. Dis. Childh.* 45.325.1970.
- Sajet, B. H. Openluchtscholen in Nederland. Purmerend. Muusses. 1962.
- Saunders, K. B. Misuse of inhaled bronchodilator agents. *Brit. med. J.* 1.1037.1965.
- Saunders, K. B. Bronchodilator response patterns in patients with chronic airways obstruction: use of peak inspiratory flow rate. *Brit. med. J.* 2.399.1967.

- Scherrer, M. Astma, chronische bronchitis en long-emphyseem. Ciba Symp. 5.227.1961.
- Schook, J. E. C. Corticosteroiden bij de behandeling van kinderen met astma en astmatische bronchitis. Ned. T. Geneesk. 110.1833.1966.
- Schook, J. E. C., en C. F. Schüller. Cortrosyn depôt voor de behandeling van astmatische kinderen. Ned. T. Geneesk. 115.1409.1971.
- Seaton, A., G. Davies, D. Gaziano, and R. O. Hughes. Exercise-induced asthma. Brit. med. J. 3.556.1969.
- Shephard, R. J. Some observations on peak expiratory flow. Thorax. 17.39.1962.
- Silverman, M., S. D. Anderson, and S. R. Walker. Metabolic changes preceding exercise-induced bronchoconstriction. Brit. med. J. 1.207.1972.
- Simonsson, B. G. Dynamic spirometry studies in patients with lung disease. II. 'Peak expiratory flow' as a measure of ventilatory capacity. Value in pharmacological tests. Acta Allerg. (Kbh) 18.340.1963.
- Simonsson, B. G. Dynamic spirometry studies in patients with lung disease. III. Comparison between slow and forced vital capacities. Acta Allerg. (Kbh.) 18.353.1963.
- Simonsson, B. G. Dynamic spirometry studies in patients with lung disease. VI. Forced. inspirograms compared to expirograms in evaluation of airway obstruction. Acta Allerg. (Kbh.) 18.386.1963.
- Simonsson, B. G. Effect of Multergan on ventilatory capacities in patients with generalized airways obstruction. Acta Allerg. (Kbh.) 19.305.1964.
- Sly, R. M., R. T. Harper and I. Rosselet. The effect of physical conditioning upon asthmatic children. Ann. Allergy. 30.86.1972.
- Snider, Th. H., J. P. Stevens, F. M. Wilner and B. M. Lewis. Simple bedside tests of respiratory function. J. Amer. med. Ass. 170.80.1959.
- Strang, L. B. The ventilatory capacity of normal children. Thorax. 14.305.1959.
- Strang, L. B. Abnormalities of ventilatory capacity in children with asthma and bronchiectasis. Arch. Dis. Childh. 35.224.1960.
- Stresemann, E. Die Wirkung von antipyretischen und analgetischen Substanzen auf der Menschliche Bronchialasthma und das experimentelle Meerschweinchenasthma. Acta Allerg. (Kbh.) 18.211.1963.
- Sutherland, J. S., and G. L. Horsfall. Anaesthesia for the out-patient treatment of hernia and varicose veins. Lancet. 1.1044.1961.
- Tammeling, G. J. Standard values for lung volumes and ventilatory capacity of sanatorium patients. Sel. Papers roy. Neth. Tuberc. Ass. I. 65.1961.
- Tammeling, G. J., H. J. Sluiter en W. Chr. Berg. De expiratoire luchtwegvernaauwing bij patiënten met obstructieve longziekten (CARA). Ref. Ned. T. Geneesk. 109. 1175.1965.
- Tammeling, G. J., P. Degenhart, R. van der Lende en W. Chr. Berg. Ervaringen met de peak flow meter volgens Wright ter bepaling van luchtwegobstructie. Ned. T. Geneesk. 113.2133.1969.
- Tandon, M. K., and A. H. Campbell. The relaxed expiratory volume and forced inspiratory volume after bronchodilators. Brit. J. Dis. Chest. 64.73.1970.
- Taylor, P. M. Periodic health examination combined with multiple screening tests in general practice. J. Coll. gen. Practit. 19.141.1970.
- Terman, L. M., and M. A. Merrill. Measuring intelligence. London etc. Morrison & Gibb. Ltd., 1949.
- Tinker, C. M. Peak expiratory flow measured by the Wright peak flow meter. Brit. med. J. 2. 1365.1961.
- Toyama, T. Air pollution and its health effects in Japan. Arch. environm. Hlth. 8.153.1964.
- Verwers, G. H. Mechanica van de ademhaling. T. soc. Geneesk. 39.556.1961.
- Visser, B. F., G. G. van der Meulen en G. J. Tammeling. Epidemiologisch longfunctie-onderzoek bij de bevolking van Schiermonnikoog. T. soc. Geneesk. 49.469.1971.
- Watanabe, H. Air pollution and its health effects in Osaka. Preprint, 38th Annual Meeting of Air Pollution Control Association, Toronto, June 20-24.1965.
- Weng, T- R., and H. Levison. Standards of pulmonary function in children. Amer. Rev. resp. Dis. 99.879.1969.
- Weyne, J. Physiologische aspecten van de ventilatiemechaniek. T. Geneesk. 18.878.1971.
- Wieringen, J. C. van, F. Wafelbakker, H. P. Verbrugge en J. H. de Haas. Groeidiagrammen Nederland 1965, Groningen. Wolters-Noordhoff, 1968.

- Wieringen, J. C. van., Gewicht naar lengte en leeftijd. T. soc. Geneesk. 47.1969. Suppl. 1.43.
- Wieringen, J. C. van., Seculaire groeiverschuiving. Groningen. Wolters-Noordhoff, 1972. Proefschrift.
- Williams, J. V. Pulmonary function studies in patients with farmers lung. Thorax. 18.255.1963.
- Wilson, R. H., R. S. Moador, B. E. Jay and E. Higgins. The pulmonary pathologic physiology of persons who smoke cigarettes. New. Engl. J. Med. 262.956.1960.
- Wiltink, W. F., J. Gohres en J. Gerbrandy. 'Bed-side'-methoden van ventilator longfunctie-onderzoek. Ned. T. Geneesk. 113.69.1969.
- Woolcock, A. J., C. R. B. Blackburn, M. H. Freeman and W. Zylstra. Studies of chronic (non-tuberculous) lung disease in New Guinea populations. The nature of the disease. Amer. Rev. resp. Dis. 102.575.1970.
- Woolf, C. R., and J. T. Suere. The respiratory effects of regular cigarette smoking in women. Amer. Rev. resp. Dis. 103.26.1971.
- World Health Organisation. Chronic cor pulmonale. Technical report series no: 213, Geneva, 1961.
- Wright, B. M., and C. B. McKerrow. Maximum forced expiratory flow rate as a measure of ventilatory capacity. Brit. med. J. 2.1041.1959.
- Wyss, F. Untersuchungen mit einem neuen Pneumometer. Helv. med. Acta. 17.516.1950.
- Wyss, F. Pneumometrie. Acta Allerg. (Kbh.) 19.73.1964.
- Zamel, N., H. H. Yousef and F. J. Prime. Airway resistance and peak expiratory flow-rate in smokers and non-smokers. Lancet. 1.1237.1963.
- Zapletal, A., E. K. Motoyama, L. E. Gibson and A. Bouhuys. Pulmonary mechanics in asthma and cystic fibrosis. Pediatrics. 48.64.1971.

BIJLAGEN

BIJLAGE I

GEMEENTELIJKE GENEESKUNDIGE EN GEZONDHEIDSDIENST
HILVERSUM

Afd. Schoolartsendienst

Geachte ouders,

In verband met een onderzoek naar de ademhalingscapaciteit bij schoolkinderen, kan uw zoon/dochter vrijwillig deelnemen aan een onderzoek in het astma-centrum: 'Heideheuvel' alhier.

Voor dit onderzoek dient de proefpersoon enige keren diep in- en uit te ademen waarbij het volume en de snelheid van de uitgeademde lucht door een speciale apparatuur geregistreerd worden.

Hierbij zullen er aan de proefpersoon *geen* medicamenten worden toegediend.

Dit onderzoek zal op een nader te bepalen datum plaats vinden *na* schooltijd.

Indien uw zoon/dochter genegen is om, met uw toestemming deel te nemen aan dit onderzoek, dan verzoek ik u onderstaande vragen in te vullen en dit formulier aan de rector van 'Het Nieuwe Lyceum' te willen retourneren in een gesloten enveloppe met vermelding: longfunctie-onderzoek.

Hoogachtend,

H. Harms, schoolarts

Bij retourneren hierlangs afknippen

Ondergetekende:

Naam: Adres:

heeft geen bezwaar, dat zijn zoon/dochter deelneemt aan het longfunctie-onderzoek in het astmacentrum 'Heideheuvel'.

Handtekening:

Naam deelnemer(ster):

Voornamen:

Geboortedatum: Plaats:

- 1 Welke kinderziekten doorgemaakt? (o.a.: mazelen, kinkhoest, bof, rode hond, difterie, waterpokken.
- 2 Opgenomen geweest in een ziekenhuis of sanatorium? Zo ja, voor welke ziekte?
- 3 Longziekten (als: bronchitis, longontsteking, tuberculose, astma) door-gemaakt en wanneer?
- 4 Hiervoor door huisarts en (of) specialist behandeld?

GEMEENTELIJKE GENEESKUNDIGE EN GEZONDHEIDSDIENST
HILVERSUM
Afd. Schoolartsdienst

Enquête onder huisartsen betreffende het voorkomen
van astma bronchiale bij schoolkinderen

Datum

Geachte Collega,

Tijdens het periodiek onderzoek van:

.....

geboortedatum: adres:

leerling(e) van de: school, klasse:

is mij medegedeeld, dat hij/zij wegens 'astma' onder Uw behandeling (geweest) is.

In verband met een longfunctie-onderzoek bij schoolkinderen, verzoek ik U enige hieronder gestelde vragen te willen beantwoorden door de achter de vragen aangebrachte vierkantjes van een kruisje te voorzien.

Gaarne zie ik daarna dit formulier in bijgesloten enveloppe van U tegemoet. U bij voorbaat dankende voor de te nemen moeite,

Met collegiale groet,

H. Harms, schoolarts

- 1 Is het bovengenoemde kind bij U in behandeling (geweest) voor astma bronchiale? Ja ☐ Neen ☐
- 2 Zo ja, wat is (was) de mate van ernst van deze aandoening?
Ernstig ☐ Matig ☐ Licht ☐
- 3 Sinds hoe lang is dit kind bij U in behandeling (geweest)?
Minder dan 1 maand ☐ 1 maand tot minder dan 3 maanden ☐
3 maanden tot minder dan 6 maanden ☐ $\frac{1}{2}$ jaar tot minder 1 jaar ☐
1 jaar en langer dan 1 jaar ☐
- 4 Eventuele nadere bijzonderheden:

Handtekening:

BIJLAGE 3

Alvorens de lijst in te vullen wordt men dringend verzocht de TOELICHTING te raadplegen.

Bevindingen bij het PERIODIEK-SYSTEMATISCH onderzoek

VERZAMELIJST

C	Code GHI	A Kleuterscholen te onderzoek	B Scholen voor L.O.		C Scholen voor ULO	D Scholen voor BLO	E Nijverheids- scholen	F VHMO
			eerste leerjaar	overige leerjaar				
1	Aniaal periodiek-systeem. onderzochte kinderen. . .	31						
2	Afwijkingen gevonden bij	32						
3	Algemene lichamelijke toestand:							
	Voldoende	33						
	} goed.	34						
	} matig	35						
	Onvoldoende	36						
	} iets te wensen							
	} veel te wensen							
4	Huid- en haaraandoeningen:							
	Favus en trichophytis van het behaarde hoofd	37						
	andere besmettelijke huidaandoeningen . . .	38						
	niet besmettelijke huidaandoeningen. . . .	39						
	hoofd onrein	40						
5	Ogen:							
	★ Afwijkingen van de gezichtscherpte . . .	41						
	★ Strabismus	42						
	★ Kleurenblindheid	43						
	Hoornvliesafwijkingen	44						
	Blepharitis, conjunctivitis	45						
6	Oren:							
	★ Verminderde gehoorscherppte	46						
	★ Chronische oortettering	47						
7	Neus-Keelholte:							
	Hypertrofische tonsillen	48						
	★ Adenoïde woekeringen	49						
8	Mondholte:							
	Hazenlip en/of gespleten gehemelte	50						
	★ Goed gebit	51						
	★ Marië gebit	52						

Struma aangegeven door		-	+	++	+++	54
10	Borst:					55
	Astma					56
	Chronische bronchitis					57
	Hartafwijkingen					58
	Buik:					59
11	* Breuken					60
	* Kryptorchismus					61
12	<i>Spier- en beenderstelsel:</i>					62
	* Houdingsafwijkingen met organische oorzaak					63
	* Houdingsafwijkingen zonder organ. oorzaak					64
	* Knikplaatvoet					65
	* Andere misvormingen					66
	Verkregen misvormingen					67
	Restafwijkingen na poliomyelitis					68
13	<i>Tuberculose:</i>					69
	* der longen met of zonder vergrote lymfklieren					70
	* der hilusklieren zonder longhaard					71
	der beenderen en gewrichten					72
	lymfklier tuberculose					73
	van andere organen					74
14	<i>Bediwateren.</i>					75
15	<i>Geestelijk achter.</i>					76
16	<i>Spraakstoornissen:</i>					77
	met organische oorzaak					78
	zonder organische oorzaak					79
17	<i>Anaemie.</i>					80
18	<i>Overige afwijkingen (b.v. menstruatie-stoornissen)</i>					81
19	<i>Peledisigetal</i> { beneden 85					
	{ van 85 t/m 90					
	{ boven 90					
	(indien andere index gebruikt, deze te vermelden)					

* Zie de bepaling in de toelichting



Peakflowmetrie in jeugdgezondheidszorg

TABELLEN EN
FIGUREN

BEHORENDE BIJ
DISSERTATIE H. HARMS

TABELLEN

2.1	Correlatie-coëfficiënten van maximale expiratoire flow en enkele variabelen	8
2.2	Diensten voor schoolgezondheidszorg waaraan gegevens over CARA zijn ontleend	9
2.3	Frequentie van astma bronchiale en recidiverende bronchitis naar schoolsoort.	9
2.4	Frequentie van astma bronchiale en recidiverende bronchitis op openluchtscholen (1969)	10
3.1	Eerste ijking standaard peak flow meters, goed registrerende instrumenten.	12
3.2	Eerste ijking standaard peak flow meters, onnauwkeurig registrerende instrumenten.	13
3.3	Ijking low range peak flow meters.	13
3.4	Tweede ijking standaard peak flow meters van Astmacentrum Heideheuvel	14
3.5	Ijkingen van standaard peak flow meters van GG en GD Hilversum	14
3.6	Correcties in l/min. van standaard peak flow meters van GG en GD Hilversum en Astmacentrum Heideheuvel.	15
3.7	Correcties in l/min. van low range peak flow meters van GG en GD Leiden en Hilversum	15
3.8	Steekproef van VHMO-leerlingen naar leeftijd en geslacht . .	16
3.9	Ventilatoire capaciteit van 5 VHMO-leerlingen met astma bronchiale in de anamnese.	16
3.10	Steekproef van astma-patiënten van Astmacentrum Heideheuvel naar leeftijd en geslacht	17
3.11	Correlatie-coëfficiënten van longfunctie-variabelen van astma-patiënten en gezonde VHMO-leerlingen	17
3.12	Frequentie-verdeling van verschillen in PEF zonder en met neusklem	18
3.13	Frequentie-verdelingen van GLO- en BLO-leerlingen naar hogere PEF-prestaties bij meer dan 6 inblazingen	18
3.14	Frequentie-verdelingen van GLO- en BLO-leerlingen naar benodigd aantal inblazingen voor maximale PEF	19
3.15	Aantal en percentage van GLO- en BLO-leerlingen met 1-6 en 7-15 inblazingen voor maximale PEF naar geslacht	19
3.16	Frequentie-verdelingen van GLO-leerlingen naar verschil in PEF bij staande en zittende houding	20
3.17	Aantal proefpersonen naar maximale PEF-prestaties op verschillende tijdstippen van de dag.	21

3.18	Frequentie-verdeling van proefpersonen naar individuele schommelingen van PEF, op drie tijdstippen van de dag en met interval van 3-4 dagen	21
4.1	Steekproeven van peak flow onderzoek naar schoolsoort en geslacht	24
4.2	Steekproeven van peak flow onderzoek naar leeftijd en geslacht	24
4.3	Coöperatie bij peak flow onderzoek naar leeftijd en geslacht, met low range- en standaard peak flow meter	25
4.4	Procentuele verdeling van steekproeven naar beroepengroep van vader, leeftijd en geslacht	26
4.5	Frequentie van obstructieve longaandoeningen (astma bronchiale en chronische bronchitis) bij leerlingen van 6,0- < 17,0 jaar naar beroepengroep van vader	27
4.6	Berekende mediane waarden van lengte en gewicht van onderzochte coöperatieve jongens en meisjes; mediane standaardwaarden in Nederland 1965	28
4.7	Chronologie van rijpingsfasen van onderzochte coöperatieve jongens en meisjes; standaardwaarden Nederland 1965	29
4.8	Berekende percentiel-waarden in cm van thoraxmaten in ruststand naar leeftijd en geslacht van onderzochte coöperatieve leerlingen in Hilversum	30
4.9	Aantal PEF bepalingen naar leeftijd en geslacht exclusief kinderen met longpathologie, met low range en standaard peak flow meter	31
4.10	Berekende gecorrigeerde PEF-waarden naar geslacht, leeftijd, lengte, gewicht en thoraxmaten; low range peak flow meter	32,33
4.11	Berekende ongecorrigeerde PEF naar geslacht, leeftijd, gewicht en lengte; Leiden, standaard peak flow meter (3549)	34, 35
4.12	Berekende PEF naar leeftijd en geslacht; ongecorrigeerde en gecorrigeerde waarden; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	36
4.13	Bestpassende gecorrigeerde PEF naar leeftijd en geslacht; Hilversum	37
4.14	Berekende ongecorrigeerde en gecorrigeerde PEF naar lengte en geslacht; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	38
4.15	Berekende gecorrigeerde gemiddelden en standaardafwijkingen van PEF naar lengte en geslacht; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	39
4.16	Bestpassende gecorrigeerde PEF naar lengte en geslacht; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	39
4.17	Gecorrigeerde PEF naar gewicht en geslacht, berekende en bestpassende waarden; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	40
4.18	Gecorrigeerde PEF naar thoraxbreedte en geslacht; berekende en bestpassende percentielen, Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	41

4.19	Berekende gecorrigeerde mediane PEF naar lengte, thoraxbreedte en geslacht; Hilversum, standaard peak flow meter (5116) . .	41
4.20	Berekende gecorrigeerde mediane PEF naar thoraxomvang en geslacht; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	42
4.21	Berekende gecorrigeerde mediane PEF naar oppervlakte thoraxdoorsnede en geslacht	42
4.22	Correlatie-coëfficiënten van PEF en enkele variabelen naar leeftijd en geslacht; Leiden en Hilversum	43
4.23	Correlatie-coëfficiënten van PEF en thoraxmaten naar geslacht; Hilversum	43
4.24	Variatie-coëfficiënten van berekende gecorrigeerde PEF naar leeftijd, lengte en gewicht; Hilversum	44
4.25	Gemiddelde van individuele variatie-coëfficiënten bij 15 inblazingen naar lengte en geslacht; Hilversumse schoolkinderen	44
4.26	Mediane PEF naar lengte; Hilversum, Sheffield (Engeland), Brisbane (Australië)	45
5.1	Heideheuvel-patiënten en schoolkinderen met manifeste en anamnestiche obstructieve longaandoeningen naar leeftijd en geslacht	48
5.2	Absolute en procentuele verdeling van astma-patiënten Heideheuvel naar graad van ernst en beroepengroep van vader . .	49
5.3	Absolute en procentuele verdeling van astmapatiënten 'Heideheuvel' naar lengte	49
5.4	Absolute en procentuele verdeling van astma-patiënten Heideheuvel naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en graad van ernst; Heideheuvel, standaard peak flow meter (5116)	50
5.5	Absolute en procentuele verdeling van astmatische schoolkinderen naar lengte, beroepengroep van vader en geslacht; Hilversum .	50
5.6	Absolute en procentuele verdeling van astmatische schoolkinderen naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en interval sinds laatste aanval; Hilversum, standaard peak flow meter (5116).	51
5.7	Absolute en procentuele verdeling van schoolkinderen met recidiverende bronchitis naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en interval sinds laatste aanval; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	52
6.1	Frequentie-verdeling van LOM-leerlingen naar verschil in PEF vóór en na lichamelijke inspanning.	54
6.2	Berekende mediane gecorrigeerde PEF van jongens naar lengte en rijpingsfase; Hilversum, standaard peak flow meter (5116) . .	55
6.3	Berekende mediane gecorrigeerde PEF van meisjes naar lengte en rijpingsfase; Hilversum, standaard peak flow meter (5116) . .	56
6.4	Absolute en procentuele verdeling van BLO-leerlingen naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en geslacht; Hilversum, standaard peak flow meter (5116)	57
4		

FIGUREN

2.1	Onderdeel van spirogram	60
2.2	Schema van peak flow meter volgens Wright.	61
2.3	Diagram van geforceerde uitademings-snelheid.	62
3.1	Ijking van 17 standaard peak flow meters	64
3.2	Ijking van 3 low range peak flow meters	65
3.3	Schema van spirograaf (Lode)	66
4.1	Registratie-formulier voor peak flow onderzoek	68
4.2	Bestpassende gecorrigeerde PEF naar leeftijd en geslacht . . .	69
4.3	Berekende ongecorrigeerde mediane PEF naar lengte van Leidse en Hilversumse kinderen	70, 71

LITERATUUR

TABELLEN VAN HOOFDSTUK 2

Tabel 2.1 *Correlatie-coëfficiënten van maximale expiratoire flow en enkele variabelen*

auteur	methodiek	aantal kinderen	leeftijd in jaren	bijzonderheden	variabelen					
					leeftijd		lengte		gewicht	
					J	M	J	M	J	M
Strang 1959	FEV ₁ spirometrisch	59	7-18	chronische longaandoeningen	0,88	0,89	0,90	0,92	0,88	0,72
Nairn et al. 1961	PEF p.f.m. Wright	421	6-18	gezond	---	---	0,93	---	---	---
Cherniak 1962	MMEF spirometrisch	521	3-17	patiënten *	0,71	0,71	0,75	0,73	0,73	0,68
Rivera et al. 1965	PEF pneumotachografisch	51	kleuters	30 k. gezond 21 k. astma	0,59		0,61	0,36		
Chiang et al. 1965	PEF p.f.m. Wright	371	7-18	gezond	---		0,85	---		
Lunn 1965	FEV ₁ spirometrisch	3556	4-11	gezond	---	---	0,87	0,88	---	---
Lunn 1965	PEF p.f.m. Wright	3556	4-11	gezond	---	---	0,73	0,77	---	---
Anderson et al. 1967	PEF p.f.m. Wright	701	6-7	gezond	0,11	0,09	0,31	0,37	---	---

* patiënten zonder cardio-respiratoire aandoeningen

Tabel 2.2 Diensten voor schoolgezondheidszorg waaraan gegevens over CARA zijn ontleend

1964		1965	
GG en GD	District	GG en GD	District
Deventer	Arnhem	Deventer	Arnhem
Eindhoven	Baarn	Eindhoven	Baarn
Hilversum	Nijmegen	Haarlem	Oss
Maastricht	Zaanstreek	Maastricht	Waterland
Rijswijk		N.O.Polder	Zaanstreek
Utrecht		Rijswijk	
Zwolle		Schiedam	
		Vlaardingen	
		Zeist	

Tabel 2.3 Frequentie van astma bronchiale en recidiverende bronchitis naar schoolsoort

schoolsoort	1964 *					1965 **				
	aantal onderzochte kinderen	astma bronchiale		recidiverende bronchitis		aantal onderzochte kinderen	astma bronchiale		recidiverende bronchitis	
		n	%	n	%		n	%	n	%
KO	13008	66	0,50	156	1,12	19509	87	0,49	193	0,99
GLO	61685	325	0,53	399	0,64	59773	270	0,45	369	0,60
VO	22633	103	0,45	42	0,18	21222	69	0,32	57	0,27
BLO	3018	16	0,52	25	0,82	2787	5	0,17	30	1,08
totaal	100344	510	0,50	622	0,62	103291	431	0,41	649	0,62

* totaal van 11 diensten }
 ** totaal van 14 diensten } zie voor diensten tabel 2.2

Tabel 2.4 Frequentie van astma bronchiale en recidiverende bronchitis op open-
luchtscholen (1969)

plaats	aantal kinderen	astma bronchiale en recidiverende bronchitis			
		j	m	totaal	
		n	n	n	%
's-Gravenhage	192	70	36	106	55,2
Rotterdam	243	86	19	105	43,2
Leiden	102			20	19,6
Amsterdam	426			227	53,3

EVALUATIE VAN DE METHODIEK

TABELLEN VAN HOOFDSTUK 3

- * instrumenten zijn aangegeven met het fabrieksnummer
- ** datum iijing 21-3-1969
- *** datum iijing 31-10-1969

Tabel 3.2 Eerste ijking standaard peak flow meters*
 Onnauwkeurig registrerende instrumenten

ingestelde PEF	afgelezen PEF **	
	ongebruikt	GG en GD Leiden
	4292	3549
188	235	220
251	320	290
314	395	340
377	455	370
440	525	410
503	585	460
565	630	495
628	685	545
691	730	590
754	785	650

* instrumenten zijn aangegeven met het fabrieksnummer

** datum ijking 2I-3-1969

Tabel 3.3 Ijking low range peak flow meters*

ingestelde PEF	a f g e l e z e n P E F **			max. PEF	min. PEF	verschil max. en min.
	ongebruikt	GG en GD Leiden	GG en GD Hilversum			
	180	176	433			
94	97	108	98	108	97	11
126	120	137	137	137	120	17
157	150	156	156	156	150	6
188	170	176	176	176	170	6
222	200	199	200	200	197	3

* instrumenten zijn aangegeven met het fabrieksnummer

** datum ijking 2I-3-1969

Tabel 3.4 Tweede ijking standaard peak flow meters van Astmacentrum Heideheuvel

ingestelde PEF	a f g e l e z e n P E F *						
	5052	4342	4694	4624	5138	5178	5042
188	145	155	175	240	225	225	185
251	220	200	245	315	295	305	250
314	285	305	310	380	360	365	315
377	335	360	365	425	405	415	370
440	380	405	415	470	465	470	410
503	410	445	450	520	515	520	460
565	450	490	505	565	560	570	510
628	480	520	540	610	610	610	555
691	515	560	585	655	655	655	590

* datum ijking 31-10-1969

Tabel 3.5 Ijkingen van standaard peak flow meters van GG en GD Hilversum

ingestelde PEF	a f g e l e z e n P E F					
	5116			5154		
	21-3-'69	31-10-'69	20-4-'72	21-3-'69	31-10-'69	20-4-'72
188	235	240	240	230	230	240
251	310	320	315	305	310	315
314	375	385	375	370	370	380
377	425	430	425	415	415	425
440	475	490	485	470	480	475
503	530	535	540	520	520	530
565	585	595	590	575	575	580
628	625	625	645	615	615	620
691	670	670	680	655	650	665

Tabel 3.6 Correcties in l/min. van standaard peak flow meters van GG en GD
Hilversum en Astmacentrum Heideheuvel

afgelezen PEF	GG en GD Hilversum	Heideheuvel
	5116	5138
≤199	- 40	- 30
200-249	- 55	- 35
250-299	- 60	- 35
300-349	- 60	- 35
350-399	- 50	- 25
400-449	- 40	- 20
450-469	- 30	- 10
470-499	- 30	0
500-549	- 25	0
550-599	- 15	+ 10
600-649	0	+ 25
650-699	+ 15	+ 25
700-749	+ 35	+ 25
750-799	+ 60	+ 25

Tabel 3.7 Correcties in l/min. van low range peak flow meters van GG en GD
Leiden en Hilversum

afgelezen PEF	Leiden	Hilversum
	176	433
≤99	- 15	+ 5
100-119	- 10	0
120-139	- 10	0
140-149	- 5	0
150-169	0	+ 5
170-179	+ 5	+ 10
180-189	+ 10	+ 10
190-199	+ 15	+ 15

Tabel 3.8 Steekproef van VHMO-leerlingen naar leeftijd en geslacht

leeftijd in jaren	jongens	meisjes	totaal
12,0-<13,0	1	1	2
13,0-<14,0	7	11	18
14,0-<15,0	12	8	20
15,0-<16,0	6	8	14
16,0-<17,0	10	8	18
17,0-<18,0	8	6	14
18,0-<19,0	6	9	15
19,0-<20,0	2	-	2
totaal	52	51	103

Tabel 3.9 Ventilatoire capaciteit van 5 VHMO-leerlingen met astma bronchiale in de anamnese

no	geslacht	leeftijd in jaren	lengte in cm	VC	ESC *	Tiffeneau **	PEF
1	jongen	15	177,9	4580	3520	77	475
2	"	14	172,9	3600	2800	78	495
3	"	16	178,7	4870	2820	58	350
4	meisje	18	164,0	3960	3060	77	420
5	"	18	166,7	2830	1460	52	420

* spirografisch bepaald

$$** \text{ Tiffeneau} = \frac{\text{ESC}}{\text{VC}} \times 100$$

Tabel 3.10 Steekproef van astma-patiënten van Astmacentrum Heideheuvel naar leeftijd en geslacht

leeftijd in jaren	jongens	meisjes	totaal
8,0- <9,0	-	1	1
9,0-<10,0	2	1	3
10,0-<11,0	2	1	3
11,0-<12,0	6	7	13
12,0-<13,0	10	4	14
13,0-<14,0	5	7	12
14,0-<15,0	13	4	17
15,0-<16,0	4	7	11
16,0-<17,0	11	3	14
17,0-<18,0	5	5	10
18,0-<19,0	1	-	1
totaal	59	40	99

Tabel 3.11 Correlatie-coëfficiënten van longfunctie-variabelen van astma-patiënten en gezonde VHMO-leerlingen

jongens

variabelen	astma-patiënten n = 59			gezonde VHMO-leerlingen n = 52		
	ESC	PEF	VC	ESC	PEF	VC
ESC	1,00			1,00		
PEF	0,89	1,00		0,85	1,00	
VC	0,70	0,65	1,00	0,85	0,65	1,00

meisjes

variabelen	astma-patiënten n = 40			gezonde VHMO-leerlingen n = 51		
	ESC	PEF	VC	ESC	PEF	VC
ESC	1,00			1,00		
PEF	0,62	1,00		0,48	1,00	
VC	0,63	0,42	1,00	0,86	0,41	1,00

Tabel 3.12 Frequentie-verdeling van verschillen in PEF zonder en met neusklem

verschil in PEF *	aantal kinderen
+ 45	1
+ 40	-
+ 35	-
+ 30	4
+ 25	3
+ 20	4
+ 15	3
+ 10	8
+ 5	11
0	8
- 5	5
- 10	2
- 15	1
- 20	2
- 25	1
totaal	53

* positief indien PEF zonder neusklem > PEF met neusklem

Tabel 3.13 Frequentie-verdelingen van GLO- en BLO-leerlingen naar hogere PEF prestaties bij meer dan 6 inblazingen

hogere PEF	G L O n = 89				B L O n = 62			
	frequentie-verdeling		cumulatieve freq.verdeling		frequentie-verdeling		cumulatieve freq.verdeling	
	n	%	n	%	n	%	n	%
5	22	24	22	24	20	33	20	33
10	25	28	47	52	14	22	34	55
15	10	11	57	63	11	18	45	73
20	8	9	65	72	4	6	49	79
25	7	8	72	80	2	3	51	82
30	7	8	79	88	1	2	52	84
35	4	5	83	93	5	8	57	92
40	-	-	83	93	3	5	60	97
45	4	5	87	98	-	-	60	97
50	2	2	89	100	2	3	62	100

Tabel 3.14 Frequentie-verdelingen van GLO- en BLO-leerlingen naar benodigd aantal inblazingen voor maximale PEF

aantal inblazingen	G L O n = 168				B L O n = 138			
	frequentie-verdeling		cumulatieve freq.verdeling		frequentie-verdeling		cumulatieve freq.verdeling	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1	11	7	11	7	10	7	10	7
2	12	7	23	14	17	12	27	19
3	11	6	34	20	17	12	44	31
4	22	13	56	33	14	10	58	41
5	15	9	71	42	9	7	67	48
6	8	5	79	47	9	7	76	55
7	10	6	89	53	7	6	83	61
8	8	5	97	58	6	4	89	65
9	9	5	106	63	6	4	95	69
10	12	7	118	70	6	4	101	73
11	9	5	127	75	6	4	107	77
12	7	4	134	79	9	7	116	84
13	14	9	148	88	8	6	124	90
14	13	8	161	96	8	6	132	96
15	7	4	168	100	6	4	138	100

Tabel 3.15 Aantal en percentage van GLO- en BLO-leerlingen met 1-6 en 7-15 inblazingen voor maximale PEF naar geslacht

aantal inblazingen	aantal								totaal	
	GLO				BLO					
	jongens		meisjes		jongens		meisjes		GLO	BLO
	n	%	n	%	n	%	n	%		
1- 6	43	51	36	43	51	56	25	53	79	76
7-15	41	49	48	57	40	44	22	47	89	62
totaal	84	100	84	100	91	100	47	100	168	138

Tabel 3.16 *Frequentie-verdelingen van GLO-leerlingen naar verschil in PEF bij staande en zittende houding*

* verschil in PEF	aantal jongens			aantal meisjes			totaal jongens en meisjes
	eerst staand dan zittend	eerst zittend dan staand	totaal	eerst staand dan zittend	eerst zittend dan staand	totaal	
+ 40	0	0	0	1	0	1	1
+ 35	0	0	0	0	0	0	0
+ 30	0	0	0	0	1	1	1
+ 25	0	1	1	2	0	2	3
+ 20	1	2	3	3	3	6	9
+ 15	3	2	5	1	2	3	8
+ 10	2	2	4	2	4	6	10
+ 5	4	4	8	1	6	7	15
0	4	3	7	2	3	5	12
- 5	3	5	8	4	0	4	12
- 10	4	3	7	4	2	6	13
- 15	3	1	4	1	1	2	6
- 20	0	3	3	1	3	4	7
- 25	0	1	1	0	0	0	1
- 30	1	0	1	1	0	1	2
totaal	25	27	52	23	25	48	100

★ positief indien PEF in staande houding > PEF in zittende houding

Tabel 3.17 Aantal proefpersonen naar maximale PEF prestaties op verschillende tijdstippen van de dag

geslacht	t i j d s t i p p e n *							totaal
	I	II	III	I-II	I-III	II-III	I-II-III	
jongens	5	10	10	6	1	1	2	35
meisjes	6	13	7	2	3	4	-	35
totaal	11	23	17	8	4	5	2	70

* I = 8.45- 9.00 uur

II = 11.30-11.45 uur

III = 15.30-16.00 uur

Tabel 3.18 Frequentie-verdeling van proefpersonen naar individuele schommelingen van PEF

op drie tijdstippen van de dag

verschil in PEF	aantal kinderen	percentage
0	3	4
5 en 10	20	29
15 en 20	27	38
25 en 30	11	16
35 en 40	7	10
45	2	3
totaal	70	100

met interval van 3-4 dagen

verschil in PEF	aantal kinderen	percentage
0	3	7
5 en 10	26	65
15 en 20	6	15
25 en 30	2	5
35 en 40	1	3
45 en 50	2	5
totaal	40	100

STANDAARD PEAK FLOW WAARDEN VAN
LEIDSE EN HILVERSUMSE SCHOOLKINDEREN
TABELLEN VAN HOOFDSTUK 4

Tabel 4.1 Steekproeven van peak flow onderzoek naar schoolsoort en geslacht

school- soort	L e i d e n				H i l v e r s u m			
	scholen	leerlingen			scholen	leerlingen		
		jongens	meisjes	totaal		jongens	meisjes	totaal
KO	4	79	45	124	11	180	149	329
GLO	12	416	357	773	14	443	408	851
VGLO	1	16	15	31	1	33	20	53
ULO	3	85	80	165	5	209	378	587
VHMO	2	132	67	199	1	46	69	115
LTS	1	51	-	51	-	-	-	-
NO	2	-	221	221	2	-	161	161
totaal	25	779	785	1564	34	911	1202	2113

Tabel 4.2 Steekproeven van peak flow onderzoek naar leeftijd en geslacht

leeftijd in jaren	Leiden			Hilversum			Leiden en Hilversum		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
4,0- <6,0	73	44	117	178	149	327	251	193	444
6,0-<12,0	367	315	682	420	402	822	787	717	1504
12,0-<22,0	339	426	765	313	651	964	652	1077	1729
totaal	779	785	1564	911	1202	2113	1690	1987	3677

Tabel 4.3 Coöperatie bij peak flow onderzoek naar leeftijd en geslacht

low range peak flow meter

leeftijd in jaren	Leiden						Hilversum					
	jongens			meisjes			jongens			meisjes		
	totaal	goed		totaal	goed		totaal	goed		totaal	goed	
		n	%		n	%		n	%		n	%
4,0-<5,0	64	53	83	36	23	64	131	108	82	110	88	80
5,0-<6,0	8	8	100	6	5	83	40	39	97	34	29	85
6,0-<7,0	7	7	100	3	3	100	2	2	100	-	-	-

standaard peak flow meter

leeftijd in jaren	Leiden						Hilversum					
	jongens			meisjes			jongens			meisjes		
	totaal	goed		totaal	goed		totaal	goed		totaal	goed	
		n	%		n	%		n	%		n	%
6,0- <7,0	112	101	90	84	63	67	92	89	97	75	70	93
7,0- <8,0	53	51	96	51	45	88	55	54	98	74	71	96
8,0- <9,0	82	75	91	64	55	86	65	65	100	67	64	95
9,0-<10,0	48	46	96	36	33	92	67	66	98	53	50	94
10,0-<11,0	10	9	90	5	4	80	74	72	97	70	67	96
11,0-<12,0	51	49	96	73	70	96	61	61	100	57	55	96
12,0-<13,0	44	43	98	36	35	97	116	114	98	163	160	98
13,0-<14,0	79	78	99	137	134	98	80	79	99	149	147	99
14,0-<15,0	77	77	100	105	104	99	41	41	100	109	108	99
15,0-<16,0	59	59	100	69	68	99	30	30	100	73	73	100
16,0-<17,0	21	21	100	37	37	100	29	29	100	77	77	100
17,0-<18,0	10	10	100	20	20	100	11	11	100	56	56	100
18,0-<19,0	12	12	100	9	9	100	5	5	100	13	13	100
19,0-<20,0	24	24	100	4	4	100	-	-	-	4	4	100
20,0-<21,0	8	8	100	2	2	100	-	-	-	1	1	100
21,0-<22,0	5	5	100	1	1	100	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.4 Procentuele verdeling van steekproeven naar beroepengroep van vader, leeftijd en geslacht

jongens

leeftijd in jaren	L e i d e n					H i l v e r s u m				
	hoger	middel- baar	lager	rest	totaal	hoger	middel- baar	lager	rest	totaal
4,0- <6,0	17,7	17,7	58,1	6,5	100	12,4	43,4	44,2	-	100
6,0-<12,0	13,1	27,8	53,7	5,4	100	15,2	49,9	32,3	2,7	100
12,0-<22,0	13,7	40,4	40,9	5,0	100	20,8	48,7	27,3	3,2	100

meisjes

leeftijd in jaren	L e i d e n					H i l v e r s u m				
	hoger	middel- baar	lager	rest	totaal	hoger	middel- baar	lager	rest	totaal
4,0- <6,0	13,8	10,3	72,4	3,4	100	10,2	43,6	44,4	1,7	100
6,0-<12,0	10,7	31,3	53,3	4,8	100	15,9	52,0	29,7	2,4	100
12,0-<22,0	9,5	37,4	40,5	3,6	100	13,2	45,1	38,8	3,0	100

Tabel 4.5 Frequentie van obstructieve longaandoeningen* bij leerlingen van 6,0- < 17,0 jaar naar beroepengroep van vader

astma bronchiale

beroepen- groep	Leiden						Hilversum					
	jongens			meisjes			jongens			meisjes		
	totaal	astma		totaal	astma		totaal	astma		totaal	astma	
		n	%		n	%		n	%		n	%
hoger	84	1	1,2	72	-	-	113	-	-	128	2	1,6
middelbaar	191	2	1,0	232	1	0,4	333	13	3,9	455	7	1,5
lager	303	10	2,3	356	5	1,4	209	7	3,4	354	2	0,6
rest	35	-	-	31	-	-	20	-	-	27	1	3,7
totaal	613	13	2,1	691	6	0,9	655	20	3,1	964	12	1,2

chronische bronchitis

beroepen- groep	Leiden						Hilversum					
	jongens			meisjes			jongens			meisjes		
	totaal	chr.bron.		totaal	chr.bron.		totaal	chr.bron.		totaal	chr.bron.	
		n	%		n	%		n	%		n	%
hoger	84	2	2,4	72	-	-	122	10	8,2	130	15	11,5
middelbaar	197	18	9,1	233	14	6,4	351	32	9,1	457	30	6,5
lager	319	30	9,3	362	28	7,7	221	11	5,0	270	20	7,4
rest	31	1	3,2	33	-	-	20	-	-	27	2	7,4
totaal	631	51	8,1	700	42	6,0	714	53	7,4	884	67	7,6

* anamnestic zowel als manifest

Tabel 4.6 Berekende mediane waarden* van lengte en gewicht van onderzochte coöperatieve jongens en meisjes; mediane standaardwaarden Nederland 1965**

lengte

leeftijd in jaren	j o n g e n s			m e i s j e s		
	Leiden	Hilversum	Nederland	Leiden	Hilversum	Nederland
4,0- <5,0	109,5	110,2	108,2	106,3	109,8	107,6
5,0- <6,0	(111,6)	114,8	114,6	(112,0)	116,0	114,1
6,0- <7,0	120,7	123,4	120,8	120,3	122,9	120,4
7,0- <8,0	124,7	128,1	126,8	123,5	125,9	126,2
8,0- <9,0	130,5	134,4	132,3	131,7	132,7	131,7
9,0- <10,0	134,3	136,6	137,3	133,7	137,3	136,7
10,0- <11,0	(137,9)	144,6	142,2	(141,5)	146,1	141,5
11,0- <12,0	148,3	145,7	147,1	149,9	148,3	147,3
12,0- <13,0	152,7	153,2	152,3	152,1	155,7	154,3
13,0- <14,0	159,3	158,5	158,1	160,4	160,1	159,4
14,0- <15,0	166,0	165,0	165,2	162,5	163,0	162,7
15,0- <16,0	173,7	175,3	171,0	163,2	165,5	164,8
16,0- <17,0	169,7	178,2	174,8	165,7	167,0	165,8
17,0- <18,0	(178,7)	(180,0)	177,0	(168,5)	166,5	166,2

gewicht

leeftijd in jaren	j o n g e n s			m e i s j e s		
	Leiden	Hilversum	Nederland	Leiden	Hilversum	Nederland
4,0- <5,0	19,0	19,1	18,5	17,9	18,1	17,9
5,0- <6,0	(18,4)	20,5	20,2	(19,2)	20,5	19,8
6,0- <7,0	22,5	23,1	22,3	23,2	23,5	22,0
7,0- <8,0	24,4	24,3	24,9	23,9	24,4	24,4
8,0- <9,0	26,8	28,6	27,5	29,1	27,9	27,2
9,0- <10,0	28,7	29,9	30,1	30,0	30,1	29,8
10,0- <11,0	(32,6)	34,4	32,9	(34,6)	34,9	32,9
11,0- <12,0	37,2	34,6	36,2	38,5	38,4	37,2
12,0- <13,0	41,7	40,8	39,9	41,3	43,6	42,3
13,0- <14,0	44,6	43,2	44,8	48,5	47,0	47,6
14,0- <15,0	51,5	51,4	51,2	52,6	50,4	51,7
15,0- <16,0	57,9	59,0	57,3	54,8	53,5	54,9
16,0- <17,0	(56,1)	62,6	61,8	55,6	55,7	56,5
17,0- <18,0	(63,3)	(64,5)	65,0	(57,7)	58,5	57,7

* bij n < 20 tussen haakjes geplaatst

** Van Wieringen et al., 1968

*Tabel 4.7 Chronologie van rijpingsfasen van onderzochte coöperatieve jongens en meisjes; standaardwaarden Nederland 1965**
jongens

rijpingsfasen	Leiden			Hilversum			Nederland		
	leeftijd in jaren			leeftijd in jaren			leeftijd in jaren		
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀
Pubes									
P ₂	-	12,3	15,5	10,0	11,8	15,5	-	11,75	14,1
P ₃	11,7	13,4	16,0	11,8	13,0	16,5	11,9	13,45	15,0
P ₄	13,2	14,3	16,6	12,9	14,5	17,5	13,2	14,4	15,9
P ₅	14,5	16,0	17,8	13,8	15,3	18,0	14,3	16,0	17,7
Genitaal									
G ₂	-	10,8	13,5	-	10,5	15,0	-	11,0	13,85
G ₃	-	13,3	16,0	11,7	12,7	15,5	11,25	13,2	14,75
G ₄	-	14,3	17,5	13,0	14,6	16,5	12,9	14,15	16,0
G ₅	14,5	15,5	17,5	13,8	15,2	17,5	14,15	15,85	18,0

meisjes

rijpingsfasen	Leiden			Hilversum			Nederland		
	leeftijd in jaren			leeftijd in jaren			leeftijd in jaren		
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀
Pubes									
P ₂	-	11,0	12,5	8,9	10,6	11,7	9,5	11,3	13,0
P ₃	-	11,8	13,5	10,2	11,8	13,0	10,2	12,2	13,9
P ₄	11,6	12,7	14,3	11,3	12,8	14,6	11,4	13,3	14,75
P ₅	-	14,7	16,4	13,1	14,4	15,9	13,1	14,9	17,75
Mammae									
M ₂	-	11,0	12,2	9,2	10,6	11,8	9,0	11,0	12,7
M ₃	-	11,8	13,2	10,3	11,8	13,2	10,6	12,1	13,75
M ₄	11,9	13,1	14,4	11,8	13,2	14,4	11,25	13,4	15,3
M ₅	13,2	14,8	16,4	13,4	14,8	16,2	12,7	15,2	-
Menarche	11,5	13,1	15,2	11,4	13,4	15,2	11,8	13,4	14,9

* Van Wieringen et al., 1968

Tabel 4.8 Berekende percentiel-waarden in cm van thoraxmaten in ruststand naar leeftijd en geslacht van onderzochte coöperatieve leerlingen in Hilversum jongens

leeftijd in jaren	breedte *				diepte *				omvang **			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
4,0- <5,0	16,0	17,5	18,5	106	12,0	13,0	14,0	106	51	54	57	106
5,0- <6,0	16,5	17,5	19,0	38	12,5	13,0	14,0	39	52	55	58	38
6,0- <7,0	17,0	18,5	20,0	91	12,5	13,5	14,5	91	55	58	61	62
7,0- <8,0	17,5	19,0	20,5	54	12,5	13,5	15,0	54	56	59	63	51
8,0- <9,0	17,5	19,5	21,0	65	13,0	14,0	15,5	65	57	61	65	36
9,0- <10,0	18,5	20,5	21,5	66	13,0	14,0	15,5	66	60	63	67	64
10,0- <11,0	19,5	21,0	23,0	72	13,5	15,0	17,0	72	60	65	69	41
11,0- <12,0	20,0	21,5	23,0	61	14,0	15,0	17,0	61	63	66	71	54
12,0- <13,0	20,5	22,5	24,5	114	14,0	15,5	17,5	114	64	69	75	113
13,0- <14,0	21,5	23,0	26,0	79	14,5	16,0	19,0	79	65	71	80	79
14,0- <15,0	22,0	24,0	26,5	41	15,0	17,5	19,5	41	68	75	81	41
15,0- <16,0	24,0	26,0	28,0	30	16,5	18,0	21,0	30	73	78	86	30
16,0- <17,0	24,5	26,5	29,0	29	17,0	19,0	21,0	29	75	81	89	28
17,0- <18,0	25,0	27,5	29,5	11	16,5	19,0	21,5	11	-	-	-	-

meisjes

leeftijd in jaren	breedte *				diepte *				omvang **			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
4,0- <5,0	15,5	17,0	18,0	87	11,5	12,5	13,5	87	50	53	56	87
5,0- <6,0	16,0	17,5	19,0	29	12,0	12,5	13,5	29	51	54	57	29
6,0- <7,0	16,5	18,0	19,5	69	12,0	13,0	14,5	69	54	56	60	51
7,0- <8,0	17,0	18,5	20,0	71	12,0	13,0	14,5	71	54	57	61	68
8,0- <9,0	17,5	20,0	22,0	64	12,5	14,0	15,5	64	56	60	64	40
9,0- <10,0	18,5	20,0	21,5	50	13,0	14,0	15,5	50	58	62	66	42
10,0- <11,0	19,5	21,0	23,0	67	13,0	15,0	17,0	67	60	64	72	28
11,0- <12,0	20,0	21,5	24,0	55	13,5	15,0	17,0	55	61	66	73	52
12,0- <13,0	20,5	22,5	25,0	160	14,0	15,5	18,0	160	63	68	73	159
13,0- <14,0	21,0	23,5	25,5	147	15,0	16,0	18,0	147	64	69	75	147
14,0- <15,0	22,5	24,0	25,5	108	15,0	16,5	19,0	108	65	71	77	108
15,0- <16,0	22,5	24,0	26,5	71	15,5	17,0	19,0	71	66	71	77	69
16,0- <17,0	23,0	25,0	26,5	77	16,0	17,5	19,5	77	67	72	77	76
17,0- <18,0	23,0	25,0	27,5	56	16,5	18,0	19,5	56	67	73	78	56

* afgerond op naaste 0,5 cm

** afgerond op naaste hele cm

Tabel 4.9 Aantal PEF bepalingen naar leeftijd en geslacht exclusief kinderen met longpathologie

low range peak flow meter

leeftijd* in jaren	L e i d e n		H i l v e r s u m	
	jongens	meisjes	jongens	meisjes
4,0- <5,0	38	16	79	75
5,0- <6,0	-	-	28	25

standaard peak flow meter

leeftijd** in jaren	L e i d e n		H i l v e r s u m	
	jongens	meisjes	jongens	meisjes
6,0- <7,0	74	54	63	55
7,0- <8,0	39	37	41	60
8,0- <9,0	61	48	43	44
9,0- <10,0	30	27	51	34
10,0- <11,0	8	4	53	57
11,0- <12,0	42	60	50	36
12,0- <13,0	35	30	88	139
13,0- <14,0	61	120	70	130
14,0- <15,0	65	90	30	93
15,0- <16,0	48	60	23	65
16,0- <17,0	16	34	25	67
17,0- <18,0	10	15		52

* exclusief 6,0- < 7,0 jaar

** exclusief 18,0- < 22,0 jaar

Tabel 4.10 Berekende gecorrigeerde PEF-waarden naar geslacht, leeftijd, lengte, gewicht en thoraxmaten
Low range peak flow meter

naar leeftijd

leeftijd in jaren	L e i d e n (176)								H i l v e r s u m (433)							
	jongens				meisjes				jongens				meisjes			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
4,0-<5,0	110	135	155	38	110	140	155	16	120	145	185	79	110	135	170	75
5,0-<6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	130	165	195	28	115	155	185	25

naar lengte

lengte in cm	L e i d e n (176)								H i l v e r s u m (433)							
	jongens				meisjes				jongens				meisjes			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
105-<108	110	125	155	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
108-<111	100	140	165	12	-	-	-	-	120	155	195	25	120	135	165	27
111-<114	115	140	160	12	-	-	-	-	125	155	190	28	105	140	170	17
114-<117	-	-	-	-	-	-	-	-	135	165	195	23	125	160	195	21

naar gewicht; Hilversum (433)

gewicht in kg	j o n g e n s				m e i s j e s			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
15-<20	120	145	185	62	110	140	180	70
20-<25	130	165	190	45	110	145	180	26

Tabel 4.10 (vervolg)

naar lengte en thoraxbreedte; Hilversum (433)

lengte in cm	t h o r a x b r e e d t e i n c m							
	jongens				meisjes			
	16-<18	n	18-<20	n	16-<18	n	18-<20	n
102-<108	140	11	-	-	130	13	-	-
108-<114	135	27	145	23	135	28	145	13
114-<120	165	11	165	20	160	16	145	13

naar thoraxomvang*; Hilversum (433)

thoraxomvang in cm	jongens		meisjes	
	P ₅₀	n	P ₅₀	n
52	-	-	130	17
53	140	12	140	17
54	145	20	145	17
55	155	19	155	14
56	165	19	-	-

naar oppervlakte thoraxdoorsnede**; Hilversum (433)

opp. thorax doorsnede in cm ²	j o n g e n s				m e i s j e s			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
140-<160	-	-	-	-	105	125	155	18
160-<180	120	140	180	36	110	140	180	51
180-<200	125	160	190	53	115	145	180	24
200-<220	140	170	205	11	-	-	-	-

* thoraxomvang in ruststand

** oppervlakte thoraxdoorsnede = $\frac{1}{4}\pi \times \text{thoraxbreedte} \times \text{thoraxdiepte}$

Tabel 4.11 Berekenende ongecorrigeerde PEF naar geslacht, leeftijd, gewicht en lengte
Leiden; standaard peak flow meter (3549)

naar leeftijd

leeftijd in jaren	j o n g e n s				m e i s j e s			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
6,0- <7,0	150	185	225	74	135	165	210	54
7,0- <8,0	160	195	255	39	135	190	240	37
8,0- <9,0	185	220	290	61	185	220	295	48
9,0- <10,0	-	220	-	30	180	225	285	27
10,0- <11,0	-	245	335	8	-	320	-	4
11,0- <12,0	245	330	315	42	265	320	385	60
12,0- <13,0	275	345	405	35	295	340	415	30
13,0- <14,0	295	375	455	61	320	385	455	120
14,0- <15,0	345	420	495	65	360	420	465	90
15,0- <16,0	370	455	515	48	350	420	460	60
16,0- <17,0	390	460	555	16	375	415	455	34
17,0- <18,0	470	520	625	10	350	425	485	15

naar gewicht

gewicht in kg	j o n g e n s				m e i s j e s			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
15-<20	-	-	-	-	145	155	190	13
20-<25	145	190	225	95	140	180	240	64
25-<30	180	205	275	78	170	210	295	58
30-<35	205	265	330	39	185	265	340	57
35-<40	230	325	385	53	240	325	375	45
40-<45	260	355	420	46	290	360	425	74
45-<50	315	390	445	52	330	400	455	80
50-<55	320	405	485	25	355	420	480	78
55-<60	380	425	510	53	340	425	465	72
60-<65	400	480	565	33	370	425	460	33
65-<70	335	515	595	14	395	415	480	18
70-<75	450	545	625	21				

Tabel 4.11 (Vervolg)

naar lengte

lengte in cm	j o n g e n s				m e i s j e s			
	berekende waarden			n	berekende waarden			n
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀		P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	
114-<117	130	165	195	12	140	165	190	17
117-<120	130	175	175	16	130	165	195	16
120-<123	160	190	225	35	140	190	225	19
123-<126	165	190	270	25	145	190	255	24
126-<129	180	200	255	32	150	195	255	20
129-<132	160	200	270	31	180	220	280	20
132-<135	190	215	315	22	195	225	315	14
135-<138	205	240	330	18	-	240	315	15
138-<141	-	270	330	14	205	280	330	22
141-<144	-	280	355	14	190	315	340	19
144-<147	210	325	360	11	260	330	405	16
147-<150	210	330	395	19	280	330	415	14
150-<153	265	340	385	19	275	335	420	39
153-<156	275	340	420	22	320	365	415	34
156-<159	295	365	420	28	350	390	420	43
159-<162	320	405	420	20	330	390	460	65
162-<165	340	385	455	27	350	420	445	58
165-<168	330	395	450	22	375	420	465	53
168-<171	380	420	500	25	380	425	475	30
171-<174	395	485	560	21	385	415	495	33
174-<177	420	475	560	26	355	455	485	12
177-<180	405	490	555	21				
180-<183	450	520	615	18				
183-<186	445	515	625	20				

Tabel 4.12 Berekende PEF naar leeftijd en geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (SII6)

ongecorrigeerd

leeftijd in jaren	j o n g e n s				m e i s j e s			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
6,0- <7,0	165	190	235	63	155	185	225	55
7,0- <8,0	180	215	280	41	160	200	260	60
8,0- <9,0	185	225	295	43	185	230	325	44
9,0- <10,0	205	260	320	51	200	255	315	34
10,0- <11,0	220	295	375	53	220	280	360	57
11,0- <12,0	265	315	345	50	255	325	380	36
12,0- <13,0	290	370	435	88	300	370	435	139
13,0- <14,0	315	395	445	70	315	390	440	130
14,0- <15,0	365	430	525	30	360	410	470	93
15,0- <16,0	420	485	580	23	375	425	485	65
16,0- <17,0	430	515	610	25	400	445	495	67
17,0- <18,0	-	-	-	-	425	465	505	52

gecorrigeerd

leeftijd in jaren	j o n g e n s						m e i s j e s					
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s	n
6,0- <7,0	125	150	195	158	26	63	115	145	185	150	27	55
7,0- <8,0	140	175	235	179	36	41	120	160	205	165	34	60
8,0- <9,0	145	185	240	189	36	43	145	190	265	198	44	44
9,0- <10,0	165	205	260	210	34	51	160	200	250	202	32	34
10,0- <11,0	180	240	315	246	49	53	180	225	300	235	44	57
11,0- <12,0	210	255	285	254	31	50	200	265	320	265	49	36
12,0- <13,0	235	310	385	309	53	88	245	310	385	314	53	139
13,0- <14,0	255	335	405	338	62	70	255	330	400	334	58	130
14,0- <15,0	305	380	495	391	69	30	300	360	430	364	52	93
15,0- <16,0	375	445	565	470	83	23	315	375	445	382	52	65
16,0- <17,0	380	485	610	497	96	25	340	395	465	404	47	67
17,0- <18,0	-	-	-	-	-	-	375	405	475	417	46	52

Tabel 4.13 Bestpassende gecorrigeerde PEF naar leeftijd en geslacht
Hilversum

leeftijd in jaren	j o n g e n s					m e i s j e s				
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s
6,5	130	165	210	155	26	120	155	195	150	22
7,5	140	175	225	170	29	130	170	215	170	31
8,5	150	190	250	190	33	145	185	240	185	35
9,5	165	210	275	210	38	160	205	270	200	38
10,5	185	235	305	240	42	175	235	300	235	42
11,5	210	265	340	270	47	200	265	335	265	45
12,5	235	300	385	305	53	225	300	370	305	47
13,5	270	335	435	345	62	255	330	400	335	50
14,5	300	380	495	390	71	290	360	425	365	53
15,5	340	430	565	440	82	320	380	445	385	55
16,5	385	485	620	490	95	345	395	450	405	57
17,5	-	-	-	-	-	365	405	475	420	59

Tabel 4.14 *Berekende ongecorrigeerde en gecorrigeerde PEF naar lengte en geslacht*
Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

lengte in cm	j o n g e n s						m e i s j e s							
	ongecorrigeerd			gecorrigeerd			n	ongecorrigeerd			gecorrigeerd			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀		P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	
117-<120	-	185	205	-	145	165	16	140	170	190	100	130	150	15
120-<123	165	185	255	125	145	200	20	170	185	215	130	145	175	21
123-<126	180	200	230	140	160	190	31	165	190	235	125	150	195	30
126-<129	180	210	275	140	170	220	25	180	215	265	140	175	210	35
129-<132	-	220	265	-	180	210	22	190	220	270	150	180	215	27
132-<135	185	225	290	145	185	235	30	185	255	310	145	200	250	23
135-<138	220	270	315	180	215	255	31	205	255	325	165	200	265	23
138-<141	215	280	320	175	225	260	31	230	290	325	190	235	265	19
141-<144	230	310	360	190	250	300	31	225	290	370	185	235	310	22
144-<147	235	295	400	195	240	340	23	225	295	380	185	240	320	31
147-<150	270	325	375	215	265	315	42	260	330	400	205	270	340	42
150-<153	295	370	415	240	310	365	34	285	330	395	210	270	335	47
153-<156	275	365	425	220	305	375	36	300	375	440	245	315	390	64
156-<159	315	380	435	255	320	385	33	335	390	440	275	330	390	82
159-<162	340	390	440	280	330	390	27	335	410	465	275	360	435	70
162-<165	325	405	480	265	345	440	24	370	415	470	310	365	430	72
165-<168	395	415	560	335	365	535	10	380	425	480	320	375	450	89
168-<171	400	440	520	340	400	490	15	395	435	510	335	395	480	67
171-<174	435	485	580	385	445	565	15	395	440	480	335	390	450	35
174-<177	440	490	570	390	460	545	12	415	465	530	365	425	505	17
177-<180	-	510	580	-	480	565	13							
180-<183	-	515	615	-	485	615	13							

Tabel 4.15 Berekende gecorrigeerde gemiddelden en standaardafwijkingen van PEF naar lengte en geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (S116)

lengte in cm	j o n g e n s			m e i s j e s		
	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n
117,5-<122,5	150	23	29	146	24	27
122,5-<127,5	167	26	46	163	29	54
127,5-<132,5	183	29	42	178	28	48
132,5-<137,5	207	35	52	199	40	39
137,5-<142,5	232	37	48	224	35	32
142,5-<147,5	247	43	46	253	50	50
147,5-<152,5	280	48	63	277	56	74
152,5-<157,5	306	55	63	317	56	109
157,5-<162,5	340	48	43	353	57	127
162,5-<167,5	352	66	27	378	47	139
167,5-<172,5	421	70	24	394	53	98
172,5-<177,5	462	66	23	416	48	34
177,5-<182,5	476	92	24			

Tabel 4.16 Bestpassende gecorrigeerde PEF naar lengte en geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (S116)

lengte in cm	j o n g e n s					m e i s j e s				
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s
120,0	125	145	170	150	23	130	145	170	145	24
125,0	135	160	195	165	26	135	160	195	160	29
130,0	150	180	215	185	29	145	180	225	180	32
135,0	165	205	255	205	33	160	200	255	200	35
140,0	185	225	285	230	38	175	225	290	220	39
145,0	200	250	315	255	43	195	250	325	250	43
150,0	225	280	350	280	48	215	285	355	280	46
155,0	245	305	380	305	53	245	315	390	315	49
160,0	275	335	415	340	58	280	345	425	350	53
165,0	305	370	455	375	65	315	380	460	375	56
170,0	340	410	500	410	72	340	405	490	405	58
175,0	380	460	555	450	78	355	420	515	-	-

Tabel 4.17 Gecorrigeerde PEF naar gewicht en geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

berekende waarden

gewicht in kg	j o n g e n s						m e i s j e s					
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s	n
20-<25	125	155	195	160	27	79	125	155	195	158	28	88
25-<30	150	190	245	196	34	91	140	185	260	188	40	79
30-<35	175	230	280	229	43	85	180	240	370	236	50	68
35-<40	215	275	340	278	47	87	205	275	345	282	57	88
40-<45	255	315	390	321	54	56	225	300	375	306	52	103
45-<50	255	340	405	343	58	44	260	335	405	343	55	113
50-<55	270	380	495	385	84	29	325	375	450	381	57	129
55-<60	325	400	485	412	78	24	315	390	450	391	52	97
60-<65	335	420	550	426	89	23	335	395	455	399	47	46
65-<70	400	515	570	508	56	15	365	405	490	416	54	18

bestpassende waarden

gewicht in kg	j o n g e n s					m e i s j e s				
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	$\bar{x}$	s
22,5	125	155	195	165	27	125	165	195	155	28
27,5	150	195	240	200	34	145	195	245	200	36
32,5	175	235	290	235	40	170	230	300	235	41
37,5	210	275	340	270	47	205	270	350	280	46
42,5	245	315	385	310	54	240	310	395	315	51
47,5	270	350	430	345	63	275	345	425	350	55
52,5	300	385	470	385	72	300	375	450	375	59
57,5	330	415	505	420	82	315	390	470	395	62
62,5	355	445	540	455	94	325	395	480	410	65
67,5	380	480	575	485	107					

Tabel 4.18 Gecorrigeerde PEF naar thoraxbreedte en geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

berekende percentielen

thoraxbreedte in cm	j o n g e n s				m e i s j e s			
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	n
16-<18	125	170	225	14	110	140	165	20
18-<20	110	140	150	33	130	165	230	122
20-<22	155	215	310	170	165	235	330	155
22-<24	215	280	375	133	240	320	400	220
24-<26	260	365	475	76	280	370	445	214
26-<28	340	445	565	46	325	390	435	104
28-<30	250	480	615	16				

bestpassende percentielen

thoraxbreedte in cm	j o n g e n s			m e i s j e s		
	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀	P ₁₀	P ₅₀	P ₉₀
17,0	105	145	190	110	140	170
18,0	115	155	215	115	150	195
19,0	125	175	240	130	165	225
20,0	140	195	275	145	190	275
21,0	155	215	310	165	230	330
22,0	180	245	350	190	275	370
23,0	200	280	395	220	320	400
24,0	230	320	435	255	350	420
25,0	260	365	475	290	370	440
26,0	300	410	515	310	385	450
27,0	340	445	550	325	390	460

Tabel 4.19 Berekende gecorrigeerde mediane PEF naar lengte, thoraxbreedte en
geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

lengte in cm	t h o r a x b r e e d t e i n c m											
	16-<18		18-<20		20-<22		22-<24		24-<26		26-<28	
	j	m	j	m	j	m	j	m	j	m	j	m
96-<102												
102-<108	145	130										
108-<114	140	140	155									
114-<120	165	165	170	135								
120-<126		155	160	160	155							
126-<132			175	175	185	180						
132-<138			190	185	245	200						
138-<144					240	230		240				
144-<150					235	260	265	270				
150-<156					290	255	300	285	325	325		
156-<162						305	320	330	330	370		
162-<168							340	365	360	370		400
168-<174								340		395	390	385
174-<180									460		470	400
180-<186											480	440

Tabel 4.20 Berekende gecorrigeerde mediane PEF naar thoraxomvang* en geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

thoraxomvang in cm	berekend			
	jongens		meisjes	
	P ₅₀	n	P ₅₀	n
56-<57	165	11	155	19
57-<58	165	11	165	24
58-<59	175	11	180	11
59-<60	170	19	170	25
60-<61	165	17	180	21
61-<62	190	23	210	18
62-<63	215	12	220	20
63-<64	190	24	255	20
64-<65	210	27	265	31
65-<66	250	20	310	45
66-<67	260	21	310	30
67-<68	265	25	325	42
68-<69	285	24	330	46
69-<70	300	23	360	42
70-<71	300	18	360	58
71-<72	285	17	365	51
72-<73	320	20	370	41
73-<74	345	20	380	52
74-<75	380	13	380	33
75-<76	325	15	405	36

* thoraxomvang in ruststand

Tabel 4.21 Berekende gecorrigeerde mediane PEF naar oppervlakte, thoraxdoorsnede* en geslacht

opp. thorax doorsnede in cm ²	berekend			
	jongens		meisjes	
	P ₅₀	n	P ₅₀	n
160-<180	-	-	145	22
180-<200	170	38	150	66
200-<220	160	65	175	62
220-<240	195	92	220	75
240-<260	250	72	260	64
260-<280	275	55	305	72
280-<300	305	51	325	90
300-<320	320	47	335	91
320-<340	360	33	375	108
340-<360	420	15	380	71
360-<380	385	17	390	52
380-<400	460	15	390	39
400-<420	425	13	435	13
420-<440	520	9	-	-
440-<460	500	11	-	-

* oppervlakte thoraxdoorsnede =
 $\frac{1}{4}\pi \times \text{thoraxbreedte} \times \text{thoraxdiepte}$

Tabel 4.22 *Correlatie-coëfficiënten van PEF en enkele variabelen naar leeftijd en geslacht*

Leiden

variabelen	j o n g e n s		m e i s j e s	
	6,0-<12,0 jaar n = 261	12,0-<19,0 jaar n = 267	4,0-<11,0 jaar n = 177	11,0-<19,0 jaar n = 422
leeftijd	0,71	0,75	0,59	0,50
lengte	0,77	0,78	0,65	0,63
gewicht	0,67	0,70	0,48	0,57

Hilversum

variabelen	j o n g e n s		m e i s j e s	
	6,0-<12,0 jaar n = 300	12,0-<19,0 jaar n = 250	4,0-<11,0 jaar n = 249	11,0-<19,0 jaar n = 598
leeftijd	0,70	0,73	0,65	0,60
lengte	0,74	0,77	0,72	0,65
gewicht	0,70	0,77	0,68	0,61

Tabel 4.23 *Correlatie-coëfficiënten van PEF en thoraxmaten naar geslacht Hilversum*

variabelen	j o n g e n s	m e i s j e s
	6,0-<19,0 jaar n = 551	6,0-<19,0 jaar n = 849
thoraxbreedte	0,84	0,59
thoraxdiepte	0,79	0,44
thoraxomvang	0,25	0,19
oppervlakte		
thoraxdoorsnede	0,87	0,78

Tabel 4.24 Variatie-coëfficiënten van berekende gecorrigeerde PEF naar leeftijd, lengte en gewicht
Hilversum

naar leeftijd			naar lengte			naar gewicht		
leeftijd in jaren	j	m	lengte in cm	j	m	gewicht in kg	j	m
6,0- <7,0	0,16	0,18	117,5-<122,5	0,15	0,16	20-<25	0,16	0,18
7,0- <8,0	0,20	0,20	122,5-<127,5	0,16	0,18	25-<30	0,17	0,21
8,0- <9,0	0,19	0,22	127,5-<132,5	0,16	0,15	30-<35	0,18	0,21
9,0-<10,0	0,16	0,16	132,5-<137,5	0,17	0,20	35-<40	0,17	0,20
10,0-<11,0	0,20	0,19	137,5-<142,5	0,16	0,15	40-<45	0,17	0,17
11,0-<12,0	0,12	0,18	142,5-<147,5	0,18	0,19	45-<50	0,17	0,16
12,0-<13,0	0,17	0,17	147,5-<152,5	0,17	0,20	50-<55	0,22	0,15
13,0-<14,0	0,18	0,17	152,5-<157,5	0,18	0,18	55-<60	0,19	0,13
14,0-<15,0	0,18	0,14	157,5-<162,5	0,14	0,16	60-<65	0,21	0,12
15,0-<16,0	0,18	0,14	162,5-<167,5	0,19	0,13	65-<70	0,11	0,13
16,0-<17,0	0,19	0,12	167,5-<172,5	0,17	0,13			
17,0-<18,0	0,12	0,11	172,5-<177,5	0,14	0,11			
18,0-<19,0		0,12	177,5-<182,5	0,19				

Tabel 4.25 Gemiddelde van individuele variatie-coëfficiënten bij 15 inblazingen naar lengte en geslacht
Hilversumse schoolkinderen

lengte in cm	jongens		meisjes	
	vc	n	vc	n
105,0-<126,0	0,08	24	0,09	20
126,0-<145,0	0,07	96	0,07	91
145,0-<165,0	0,06	66	0,08	23

Tabel 4.26 Mediane PEF naar lengte
Hilversum, Sheffield (Engeland), Brisbane (Australië)

lengte in cm	Hilversum *		Sheffield **		Brisbane ***	
	j	m	j	m	j	m
100,0					150	155
105,0			155	140		
110,0			168	156	185	188
115,0			183	180		
120,0	145	145	207	202	220	220
125,0	160	160	231	222		
130,0	180	180	248	243	255	260
135,0	205	200	267	262		
140,0	225	225	292	287	310	305
145,0	250	250	306	318		
150,0	280	285			360	350
155,0	305	315				
160,0	335	345			410	400
165,0	370	380				
170,0	410	405			465	450
175,0	460	420				

* gecorrigeerde bestpassende waarden
** Lunn, 1965
*** Dugdale et al., 1968

PEAK FLOW WAARDEN VAN KINDEREN MET
OBSTRUCTIEVE LONGAANDOENINGEN

TABELLEN VAN HOOFDSTUK 5

Tabel 5.1 Heideheuvel-patiënten en schoolkinderen met manifeste en anamnestiche obstructieve longaandoeningen naar leeftijd en geslacht

leeftijd in jaren	Heideheuvel			s c h o o l k i n d e r e n										totaal	
				anamnestisch				manifest							
				astma bron.		rec. bron.		astma bron.		rec. bron.					
	j	m	t	j	m	j	m	j	m	j	m	j	m		
4				2	1	5	1	1	-	-		8	2		
5				-	-	4	3	-	-	-		4	3		
6				2	-	8	7	-	1	1		11	8		
7				-	1	5	8	-	-	1	1	6	10		
8				2	-	9	6	-	-	-		11	6		
9				3	2	5	11	3	-	1		12	13		
10	1	1	2	1	1	2	5	2	1	1	1	6	8		
11	7	3	10	-	3	2	9	1	-	1		4	12		
12	12	5	17	2	-	8	4	1	-	-	1	11	5		
13	11	5	16	2	-	-	4	-	2	-		2	6		
14	10	3	13	-	1	1	4	-	-	-		1	5		
15	5	3	8	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
16	8	1	9	3	1	2	1	2	-	-		7	2		
17	5	1	6	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
18	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
19	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
totaal	63	22	85	17	10	51	63	10	4	5	3	83	80		

Tabel 5.2 Absolute en procentuele verdeling van astma-patiënten Heideheuvel naar graad van ernst en beroepengroep van vader

jongens

beroepen- groep	g r a d e n v a n e r n s t *								totaal	
	1		2		3		4			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
hoger	-	-	-	-	1	4	-	-	1	2
middelbaar	-	-	1	20	8	29	3	11	12	19
lager	2	100	3	60	13	46	23	82	41	65
rest	-	-	1	20	6	21	2	7	9	14
totaal	2	100	5	100	28	100	28	100	63	100

meisjes

beroepen- groep	g r a d e n v a n e r n s t *								totaal	
	1		2		3		4			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
hoger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
middelbaar	-	-	-	-	-	-	1	8	1	4
lager	-	-	3	60	4	80	11	92	18	82
rest	-	-	2	40	1	20	-	-	3	14
totaal	-	-	5	100	5	100	12	100	22	100

* 1 = piepende ademhaling

3 = matig benauwd

2 = licht benauwd

4 = ernstig benauwd

Tabel 5.3 Absolute en procentuele verdeling van astmapatiënten 'Heideheuvel' naar lengte.

percentiel- klassen lengte naar leeftijd	jongens		meisjes	
	n	%	n	%
$\geq P_{90}$	-	-	-	-
$P_{50} - < P_{90}$	15	24	8	36
$P_{10} - < P_{50}$	38	60	11	50
$< P_{10}$	10	16	3	14
totaal	63	100	22	100

Tabel 5.4 Absolute en procentuele verdeling van astma-patiënten Heideheuvel naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram* en graad van ernst Heideheuvel; standaard peak flow meter (5116)

jongens

percentiel- klassen PEF naar lengte	graad 1		graad 2		graad 3		graad 4		totaal	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
≥P ₉₀					1	4			1	2
P ₅₀ -<P ₉₀	1	100			6	21	1	5	8	13
P ₁₀ -<P ₅₀			2	40	9	32	5	20	16	27
<P ₁₀			3	60	12	43	20	75	35	58
totaal	1	100	5	100	28	100	26	100	60	100

meisjes

percentiel- klassen PEF naar lengte	graad 1		graad 2		graad 3		graad 4		totaal	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
≥P ₉₀							2	18	2	9
P ₅₀ -<P ₉₀										
P ₁₀ -<P ₅₀			2	40	2	33	1	9	5	23
<P ₁₀			3	60	4	67	8	73	15	68
totaal			5	100	6	100	11	100	22	100

* totaal maximaal 175 cm

Tabel 5.5 Absolute en procentuele verdeling van astmatische schoolkinderen naar lengte, beroepengroep van vader en geslacht Hilversum

percentiel- klassen lengte naar leeftijd	b e r o e p e n g r o e p v a d e r								totaal j + m	
	hoger		middelbaar		lager		rest			
	j	m	j	m	j	m	j	m	n	%
≥P ₉₀	-	1	5	1	1	1	-	1	10	24
P ₅₀ ~<P ₉₀	-	2	7	4	4	4	-	-	18	44
P ₁₀ ~<P ₅₀	1	-	3	2	2	2	-	-	9	22
<P ₁₀	-	-	3	1	-	1	-	-	4	10
n	1	3	18	7	8	3		1	41	100
totaal %	10		61		27		2		100	

Tabel 5.6 Absolute en procentuele verdeling van astmatische schoolkinderen naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en interval sinds laatste aanval
Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

jongens

percentiel- klassen PEF naar lengte	interval*										totaal	
	1		2		3		4		5			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
≥P ₉₀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₅₀ -<P ₉₀	2	15	1	50	-	-	1	50	3	37	7	25
P ₁₀ -<P ₅₀	3	23	1	50	-	-	-	-	1	13	5	19
<P ₁₀	8	62	-	-	2	100	1	50	4	50	15	56
totaal	13	100	2	100	2	100	2	100	8	100	27	100

meisjes

percentiel- klassen PEF naar lengte	interval *										totaal	
	1		2		3		4		5			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
≥P ₁₀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₅₀ - <P ₉₀	-	-	2	22	-	-	-	-	-	-	2	14
P ₉₀ - <P ₁₀	-	-	4	44	-	-	-	-	-	-	4	29
<P ₁₀	1	100	3	34	-	-	-	-	4	100	8	57
totaal	1	100	9	100	-	-	-	-	4	100	14	100

- * 1 = < 1 maand
 2 = 1- < 3 maanden
 3 = 3- < 6 maanden
 4 = 6- < 12 maanden
 5 = ≥ 12 maanden

Tabel 3.7 Absolute en procentuele verdeling van schoolkinderen met recidiverende bronchitis naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en interval sinds laatste aanval

Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

jongens

percentiel- klassen PEF naar lengte	interval*						totaal	
	1 en 2		3 en 4		5			
	n	%	n	%	n	%	n	%
$\geq P_{90}$	-	-	-	-	4	10	4	7
$P_{50} < P_{90}$	-	-	1	33	7	18	8	14
$P_{10} < P_{50}$	5	36	1	33	19	49	25	45
$< P_{10}$	9	64	1	33	9	23	19	34
totaal	14	100	3	99	39	100	56	100

meisjes

percentiel- klassen PEF naar lengte	interval*						totaal	
	1 en 2		3 en 4		5			
	n	%	n	%	n	%	n	%
$\geq P_{90}$	-	-	-	-	1	2	1	2
$P_{50} - < P_{90}$	1	11	3	27	9	20	13	20
$P_{10} - < P_{50}$	1	11	5	46	21	45	27	41
$< P_{10}$	7	78	3	27	15	33	25	37
totaal	9	100	11	100	46	100	66	100

* 1-2 = < 3 maanden

3-4 = $3 - < 12$ maanden

5 = ≥ 12 maanden

NEVENONDERZOEKINGEN

TABELLEN VAN HOOFDSTUK 6

Tabel 6.1 *Frequentie-verdeling van LOM-leerlingen naar verschil in PEF vóór en na lichamelijke inspanning*

verschil in * PEF	aantal		totaal jongens+meisjes
	jongens	meisjes	
+ 60	2	-	2
+ 55	2	-	2
+ 50	1	-	1
+ 45	1	-	1
+ 40	-	-	-
+ 35	-	-	-
+ 30	-	2	2
+ 25	2	1	3
+ 20	5	1	6
+ 15	6	-	6
+ 10	2	1	3
+ 5	4	1	5
0	1	1	2
- 5	1	1	2
- 10	-	1	1
- 15	-	1	1
- 20	-	-	-
- 25	1	-	1
- 30	1	-	1
totaal	29	10	39

* positief indien PEF na lichamelijke inspanning > PEF vóór lichamelijke inspanning

Tabel 6.2 Berekende mediane gecorrigeerde PEF van jongens naar lengte en rijpingsfase

Hilversum; standaard peak flow meter (S116)

naar pubes-beharing

lengte in cm	P ₁		P ₂		P ₃		P ₄		P ₅	
	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n
138-<144	215	49	235	10						
144-<150	240	44	240	15						
150-<156	275	27	280	24	300	10				
156-<162			300	12	285	12	310	27		
162-<168					325	19	330	6		
168-<174							370	9	385	13

naar genitaalontwikkeling

lengte in cm	G ₁		G ₂		G ₃		G ₄		G ₅	
	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n
120-<126	145	44	175	6						
126-<132	165	37	185	10						
132-<138	175	32	195	29						
138-<144	215	20	215	38						
144-<150	210	19	250	36	225	10				
150-<156	240	6	280	33	300	30				
156-<162			280	16	310	31	330	7		
162-<168					325	17	340	8		
168-<174							365	9	425	15

Tabel 6.3 *Berekende mediane gecorrigeerde PEF van meisjes naar lengte en rijpingsfase*

Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

naar pubes-beharing

lengte in cm	P ₁		P ₂		P ₃		P ₄		P ₅	
	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n
132-<138	185	36	190	8						
138-<144	205	24	215	8						
144-<150	210	12	230	29	245	18	285	13		
150-<156			220	19	265	41	300	29	320	13
156-<162					305	25	310	53		
162-<168					305	14	330	48	360	96
168-<174							330	21	380	74

naar mammae-ontwikkeling

lengte in cm	M ₁		M ₂		M ₃		M ₄		M ₅	
	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n	PEF	n
132-<138	175	38	195	6						
138-<144	200	23	225	13						
144-<150	210	16	230	26	240	21				
150-<156			220	19	275	46	285	27		
156-<162					285	32	310	61	370	53
162-<168					325	15	335	62	365	83
168-<174							345	22	380	77

naar menarche

lengte in cm	m e n a r c h e			
	n e e n		j a	
	PEF	n	PEF	n
150-<156	260	84	315	27
156-<162	305	58	330	94
162-<168	315	29	360	132
168-<174	325	11	380	92

Tabel 6.4 Absolute en procentuele verdeling van BLO-leerlingen naar plaats in PEF-naar-lengte-diagram en geslacht
Hilversum; standaard peak flow meter (5116)

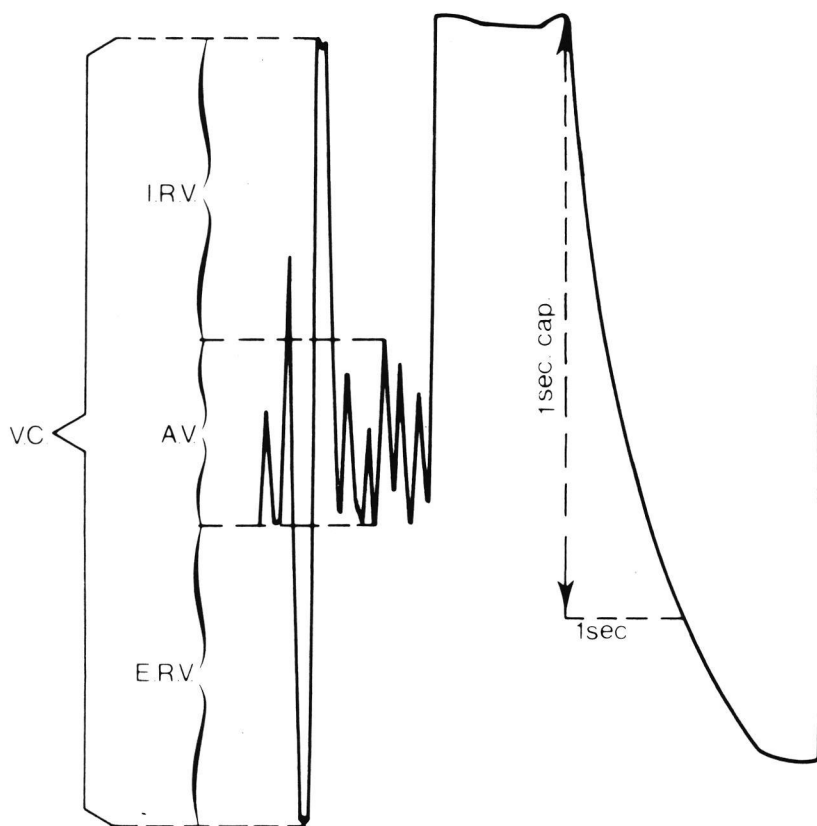
percentiel- klassen PEF naar lengte	jongens		meisjes	
	n	%	n	%
$\geq P_{90}$	7	9	5	11
$P_{50} - < P_{90}$	48	52	21	49
$P_{10} - < P_{50}$	25	28	12	28
$< P_{10}$	10	11	5	12
totaal	90	100	43	100



LITERATUUR

FIGUREN VAN HOOFDSTUK 2

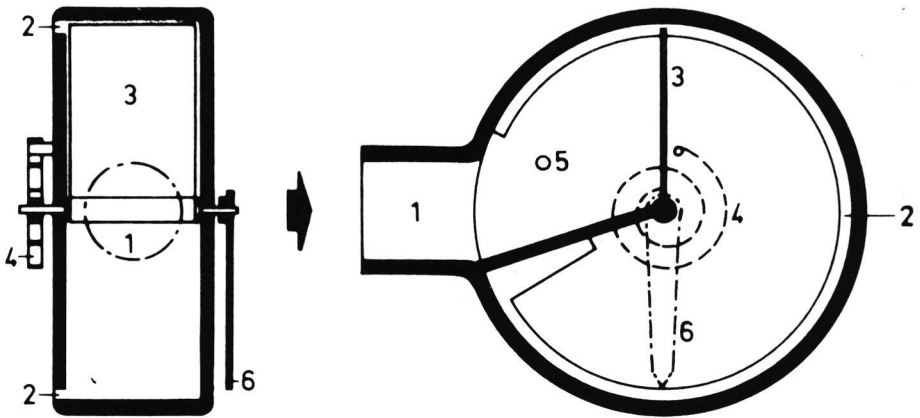
Fig. 2.1 Onderdeel van spirogram



VC = 4620 ml
 1 sec. capaciteit = 3490 ml
 Tiffeneau = 75

VC { IRV = inspiratoire reserve volume
 AV = ademvolume
 ERV = expiratoire reserve volume

Fig. 2.2 Schema van peak flow meter volgens Wright*

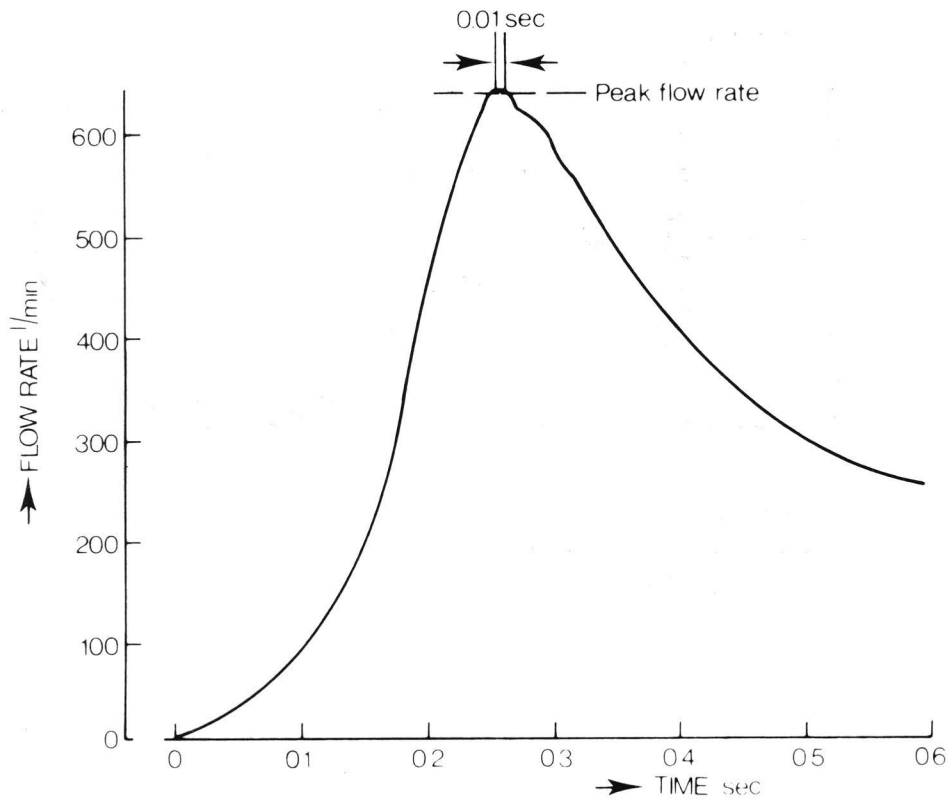


Verklaring van nummering in par. 2.2.2

- 1 inblaasopening met mondstuk
- 2 cirkelvormige spleet in zijwand
- 3 vaan
- 4 veer
- 5 pal
- 6 wijzer

* Wright et al., 1959

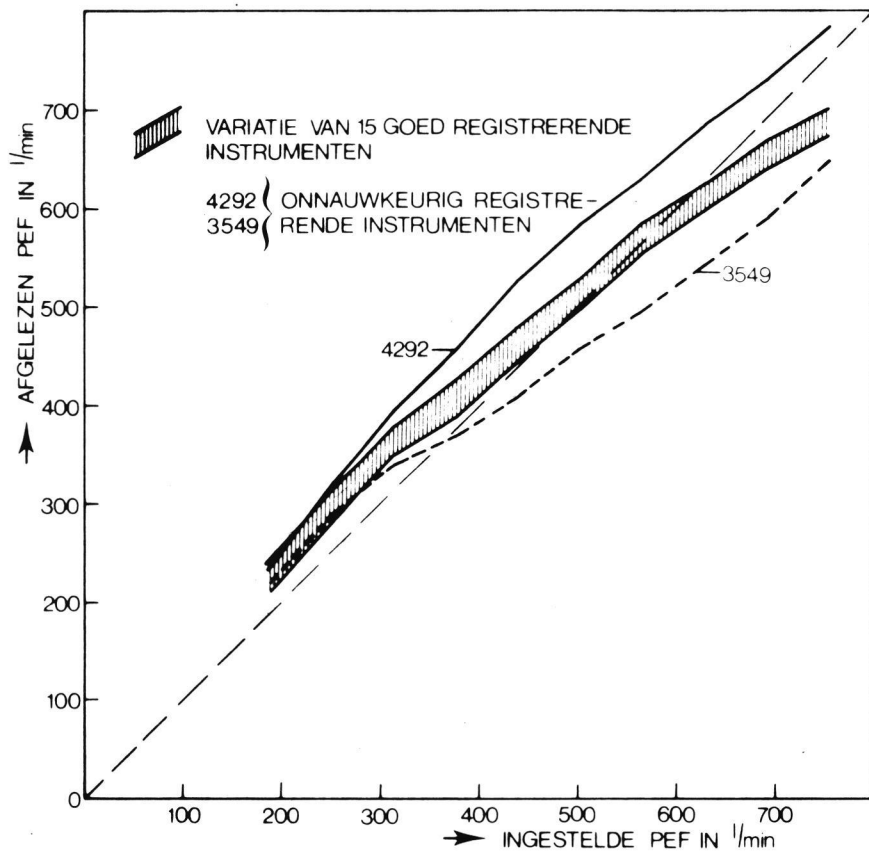
Fig. 2.3 Diagram van geforceerde uitademings-snelheid*



* ontleend aan Cotes, 1968

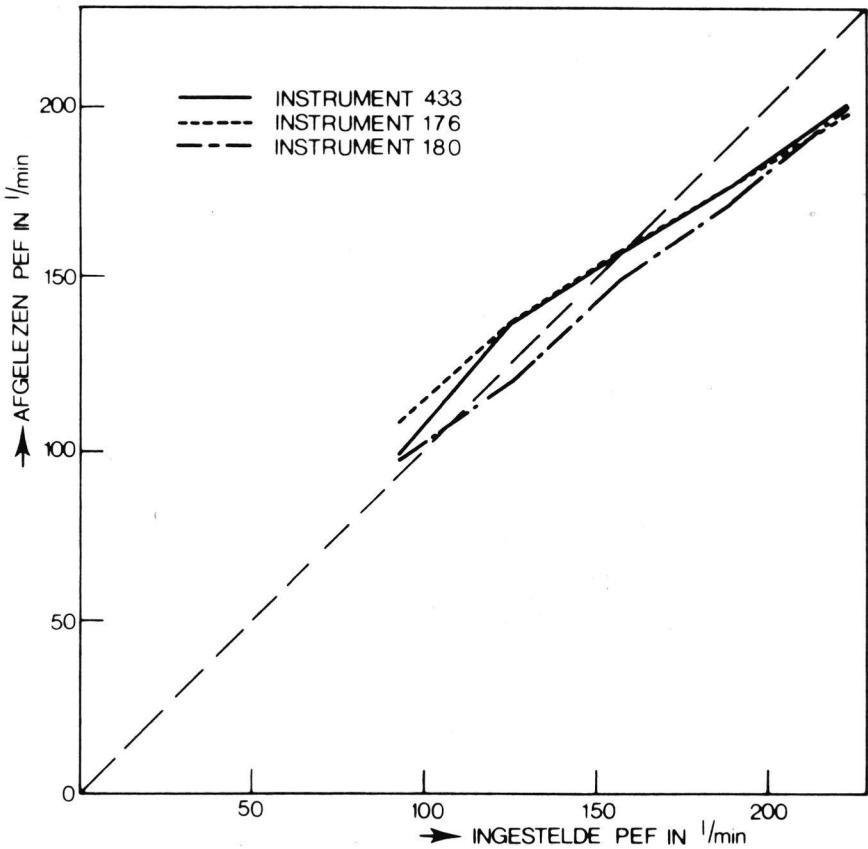
EVALUATIE VAN DE METHODIEK
FIGUREN VAN HOOFDSTUK 3

Fig. 3.1 Ijking van 17 standaard peak flow meters*



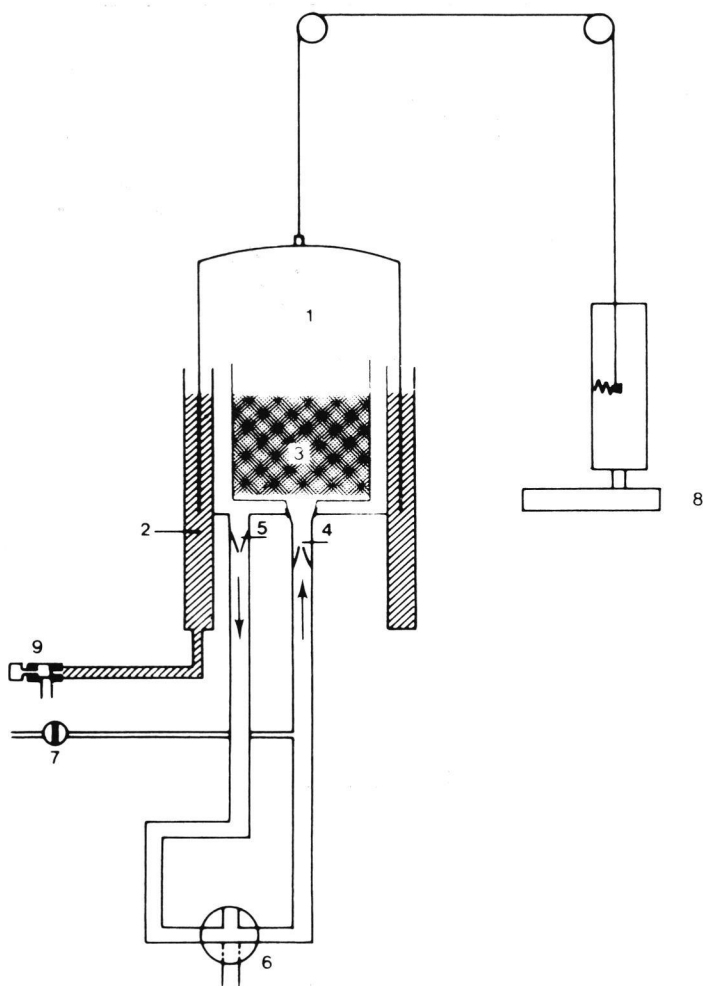
* ontleend aan tabel 3.1 en 3.2

Fig. 3.2 Ijking van 3 low range peak flow meters*



* ontleend aan tabel 3.3

Fig. 3.3 Schema van spirograaf (Lode)



- 1 Spirometerklok 10 liter
- 2 Watermantel
- 3 Kalkbus (CO_2 -absorber)
- 4 } Ademkleppen
- 5 }
- 6 Patiëntenkraan
- 7 Zuurstofkraan
- 8 Kymograaf-eenheid
- 9 Water-aftap

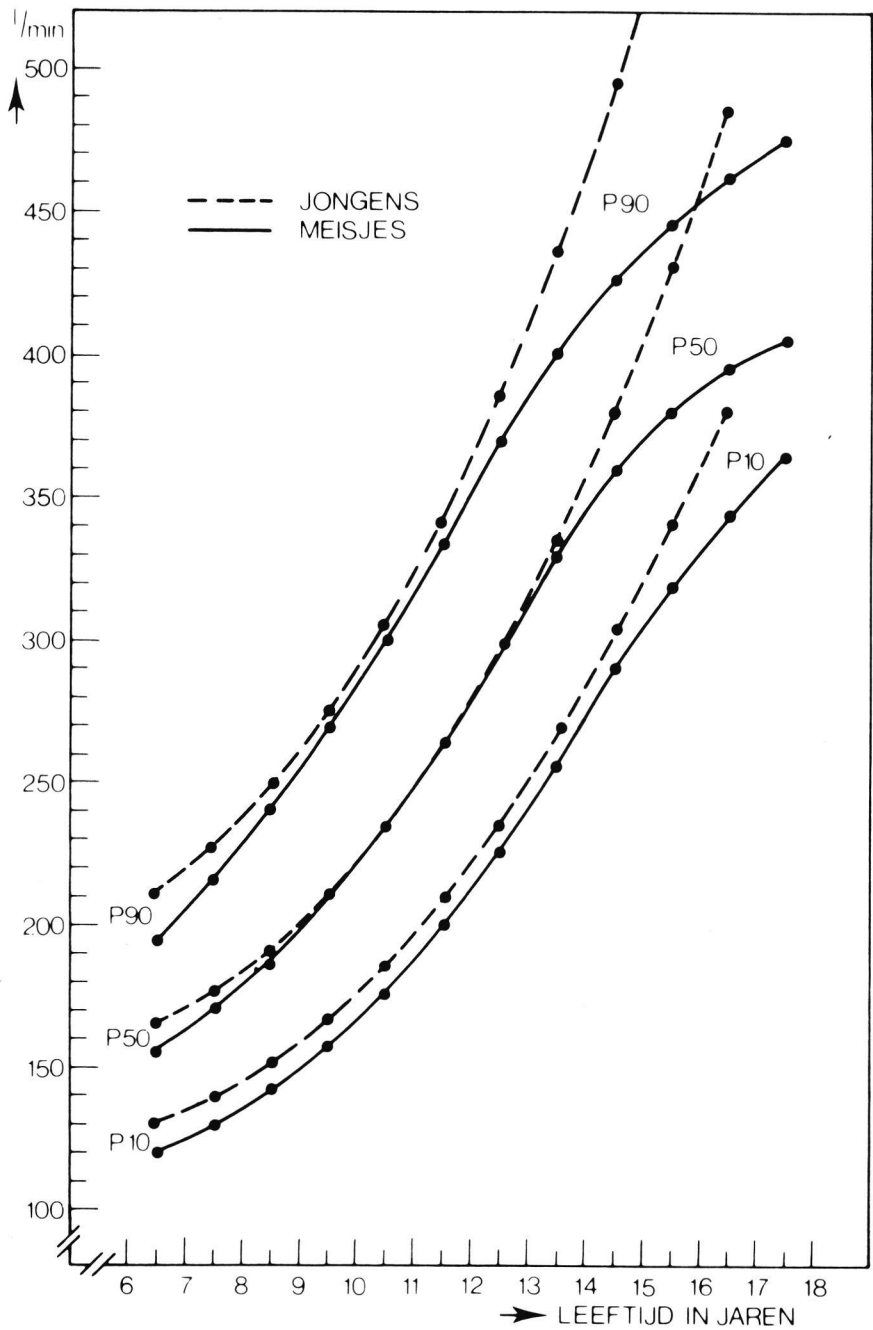
STANDAARD PEAK FLOW WAARDEN VAN
LEIDSE EN HILVERSUMSE SCHOOLKINDEREN

FIGUREN VAN HOOFDSTUK 4

Fig. 4.1 Registratie-formulier voor peak flow onderzoek

5-6 school 8 geslacht (1, m 2) 9-12 volgnummer	7 klas	46 mamma ontwikkeling	47 pubes beharing	48 geheel longens	49-52 lengte in mm	53-56 gewicht in kg	57-61 borstbreedte (afronden op naaste halve cm)	62-63 borstdiepte (afronden op naaste halve cm)	64-65 borstomvang (afronden op naaste hele cm)	66-67 expiratoir	68-76 PEAK FLOW	77-80 vitale longcapaciteit in cl	81-84 tonsillen	85-88 mondbuitholte geen afwijking 0 regulatieplaat (1) afwijking palatum (2)	89 lichaamshouding	90-93 pulmones geen afw 0 vochtige rhonchi 0 droge rhonchi 0 percussie afw ja 0 neen 0	94-97 cor geen afw 0 soufflé (1) perc afw (2) coöperatie slecht 0 goed 1
naam (init)	13-18 geboortedatum	19-24 onderzoek datum	25 rangnummer	26 aantal kinderen	27-28 beroep vader	29 sport	30-31 geen 0 school (1) vereniging (2)	32-33 roken 0 1 2 3 4	34-35 cij. niet zeiden 1-10 11-20 > 20	36-37 pijp niet zeiden 1-5 6-10 > 10	38-39 tijdstip laatste maat tijd	40 longpathologie	41-42 aandoening	43-44 behandeling	45 menstruatie	46 opmerkingen/aanvullende gegevens	
neem (init)	13-18 geboortedatum	19-24 onderzoek datum	25 rangnummer	26 aantal kinderen	27-28 beroep vader	29 sport	30-31 geen 0 school (1) vereniging (2)	32-33 roken 0 1 2 3 4	34-35 cij. niet zeiden 1-10 11-20 > 20	36-37 pijp niet zeiden 1-5 6-10 > 10	38-39 tijdstip laatste maat tijd	40 longpathologie	41-42 aandoening	43-44 behandeling	45 menstruatie	46 opmerkingen/aanvullende gegevens	
neem (init)	13-18 geboortedatum	19-24 onderzoek datum	25 rangnummer	26 aantal kinderen	27-28 beroep vader	29 sport	30-31 geen 0 school (1) vereniging (2)	32-33 roken 0 1 2 3 4	34-35 cij. niet zeiden 1-10 11-20 > 20	36-37 pijp niet zeiden 1-5 6-10 > 10	38-39 tijdstip laatste maat tijd	40 longpathologie	41-42 aandoening	43-44 behandeling	45 menstruatie	46 opmerkingen/aanvullende gegevens	

Fig. 4.2 Bestpassende gecorrigeerde PEF naar leeftijd en geslacht*



* ontleend aan tabel 4.13

Fig. 4.3 Berekende ongecorrigeerde mediane PEF naar lengte van Leidse* en Hilversum** kinderen

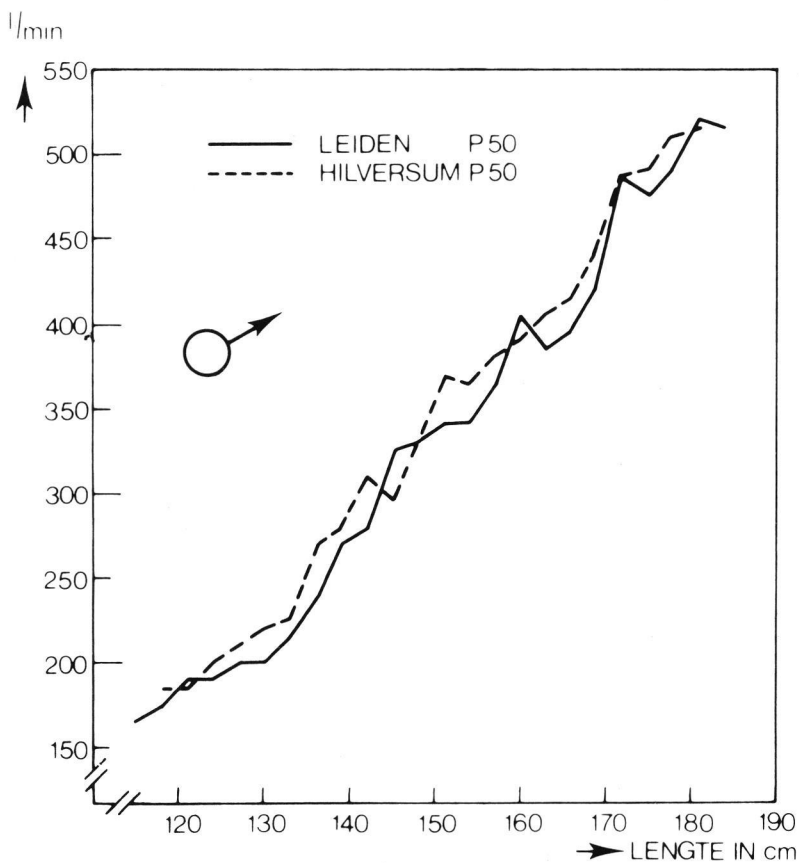
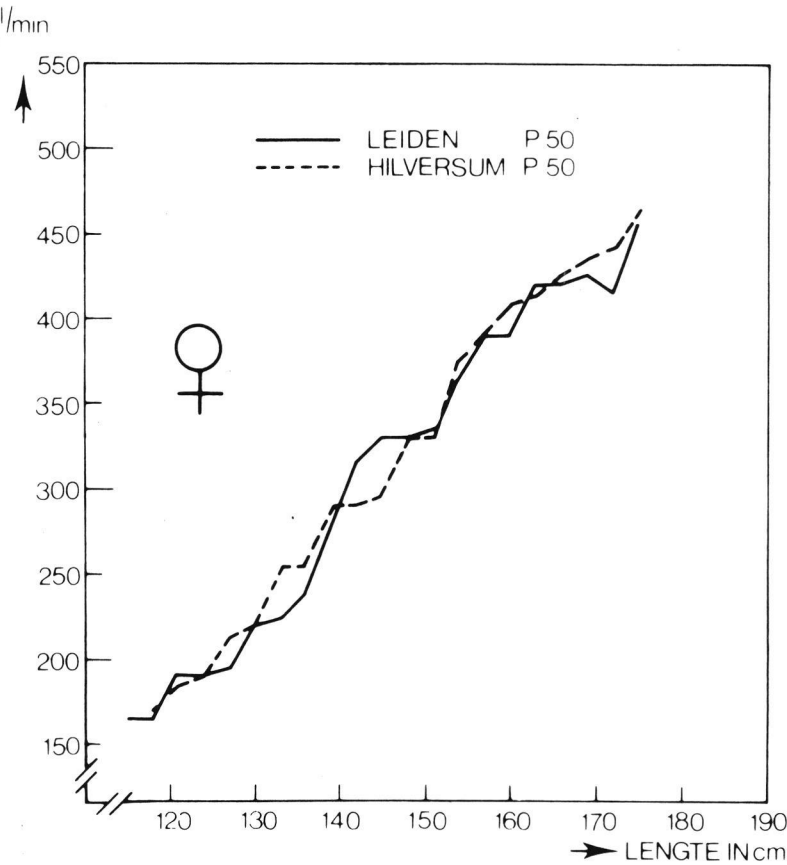


Fig. 4.3 (Vervolg)



* ontleend aan tabel 4.11
** ontleend aan tabel 4.14

