



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Invloed van extra lichamelijke oefening op de lichamelijke ontwikkeling van scholieren

Kemper, H.C.G.; Verschuur, R.; Ras, J.G.A.; Snel, J.; Splinter, P.G.; Tavecchio, L.W.C.

Citation

Kemper, H. C. G., Verschuur, R., Ras, J. G. A., Snel, J., Splinter, P. G., & Tavecchio, L. W. C. (1975). Invloed van extra lichamelijke oefening op de lichamelijke ontwikkeling van scholieren. *Tijdschrift Voor Sociale Geneeskunde*, 53, 326-336. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/10584>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License:

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/10584>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Invloed van extra lichamelijke oefening op de lichamelijke ontwikkeling van scholieren***

Dr. H. C. G. KEMPER*, te Bussum
R. VERSCHUUR*, te Harmelen
J. G. A. RAS**, te Amsterdam
Drs. J. SNEL**, te Schoorl
P. G. SPLINTER**, te Amstelveen
Drs. L. W. C. TAVECCHIO**, te Landsmeer

1 Inleiding

1.1 Aanleiding tot het onderzoek

Dit onderzoek is opgezet, naar aanleiding van de wens die veelvuldig door deskundigen op het gebied van onderwijs en opvoeding wordt geuit om het aantal wekelijkse lessen lichamelijke opvoeding op school te verhogen tot vijf in plaats van twee of drie maal per week.

Het belang van lichamelijke activiteit voor het menselijk organisme in het algemeen en voor jeugdigen in het bijzonder is algemeen aanvaard (*Parizkova* 1963; *Cureton* 1964; *Astrand* e.a. 1970; *Shephard* 1973).

Op de eerste plaats kenmerkt zich het hedendaagse leefpatroon door een grote bewegingsarmoede en op de tweede plaats door een overdadig gebruik van voedingsmiddelen met een hoge calorische waarde (zie oraties van *Luyken* 1973; *Koeman* 1974; *Hautvast* 1974; *De Wijn* 1974).

In het kader van de lichamelijke oefening lijkt het derhalve noodzakelijk het activiteitenpatroon te verhogen om daarmee schade aan de gezondheid door onderbelasting te voorkomen.

1.2 Vooronderzoek

In ons vooronderzoek (*Kemper* e.a. 1972), dat in 1969/1970 werd uitgevoerd, hebben wij getracht de invloed te bestuderen van twee extra lessen lichamelijke oefeningen per week op de lichamelijke en geestelijke ontwikkeling van 12 en 13 jarige jongens, brugklasleerlingen van het St. Ignatius college, een school voor VWO en HAVO te Amsterdam. Omdat de lichamelijke oefening een zeer complex geheel vormt en een duidelijke theorievorming omtrent doelstellingen en te verwachten resultaten nauwelijks heeft plaatsgevonden, is als uitgangspunt gekozen een aantal veronderstellingen en vermoedens met betrekking tot de gunstige invloed van lichamelijke oefening. Een aantal daarvan zijn geformuleerd in het Voorstel leerplan rijksscholen voor lichamelij-

In het schooljaar 1971/1972 kregen twee brugklassen van het Amsterdamse St. Ignatius college vijf lessen lichamelijke oefening, terwijl twee andere brugklassen met het gebruikelijke aantal van drie lessen per week als controlegroep fungeerden. Aan het einde van het schooljaar werd nagegaan of er verschillen tussen beide groepen waren ontstaan.

De extra lichamelijke oefening bleek nauwelijks een aantoonbare invloed te hebben op de lichamelijke ontwikkeling. Slechts een toename kon worden vastgesteld van de vorderingen in de lichamelijke oefening en van de spierkracht van de armen. Het algemeen uithoudingsvermogen verbeterde niet.

Van te voren werd met een aantal storende variabelen rekening gehouden zoals de biologische leeftijd, de buitenschoolse lichamelijke activiteiten van de leerlingen en de manier van lesgeven van de leraren lichamelijke oefening.

ke oefening van VWO, HAVO en MAVO (1968). De doelstelling van de lichamelijke oefening wordt daarin als volgt omschreven:

'Het onderwijs in de lichamelijke opvoeding heeft ten doel bij te dragen tot de vorming van persoonlijkheid en is, met voortdurende inachtneming daarvan, mede gericht op:

- gunstige beïnvloeding van de lichamelijke ontwikkeling;
- bevordering van een goede houdings- en bewegingsvorming;
- vergroting van de bereidheid en geschiktheid tot het leveren van prestaties;
- bevordering van de zin tot samenwerking;
- hygiënische gewoontevorming;
- kennismaking, mede met het oog op de besteding van de vrije tijd, met waardevolle vormen van actieve recreatie'.

De resultaten van dit vooronderzoek kunnen als volgt worden samengevat: als gevolg van twee extra lessen lichamelijke oefening per week gedurende een heel schooljaar kon geen verbetering in antropometrische en fysiologische kenmerken worden aangetoond. Ook het aantal absenties bleek niet te

* Coronel laboratorium } Universiteit van
** Laboratorium voor psychofysiologie } Amsterdam
*** Voor dit onderzoek werd een aanvullende subsidie ontvangen van de Stichting voor onderzoek van het onderwijs (SVO) en het ministerie van volksgezondheid en milieuhygiëne te Den Haag (projectnummer 0185)

zijn verminderd. Van de schoolprestaties bleken de leerprestaties niet, maar de prestaties in lichamelijke oefening wél te zijn verbeterd.

1.3 Ander onderzoek

Het effect van lessen lichamelijke oefening op de lichamelijke ontwikkeling van de schoolgaande jeugd (we beperken ons nu tot deze relatie), blijkt reeds vele jaren onderwerp van onderzoek. Omdat de experimenten over het algemeen te onvolledig, te fragmentarisch en dikwijls ook te verschillend zijn van opzet, blijkt er nauwelijks sprake te zijn van enige overeenstemming in resultaten. Het gebied van de lichamelijke oefening is van een zo ingewikkelde structuur dat het niet zonder meer toegankelijk is voor empirische methoden (Korting 1972). De resultaten van dergelijke experimenten zijn afhankelijk van een groot aantal factoren:

1 factoren die samenhangen met het programma voor lichamelijke oefening: de onafhankelijke variabelen;

2 factoren die samenhangen met de kenmerken, waaraan de beoogde effecten getoetst worden: de afhankelijke variabelen;

3 factoren die samenhangen met de proefgroep die men onderzoekt zoals leeftijd, geslacht, sociaal-economisch milieu, intelligentie, trainingstoestand e.d., factoren die kunnen interfereren waardoor de eventuele effecten van de extra lessen lichamelijke oefening gemaskeerd worden: de storende variabelen.

1.3.1 De onafhankelijke variabelen

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van experimenten die zich hebben beziggehouden met het effect van verschillen in frekwentie van het wekelijkse aantal lessen lichamelijke oefening. Bij de meeste onderzoeksverslagen ontbreekt een beschrijving van de feitelijke inhoud van de lessen en mag aangenomen worden dat deze sterke onderlinge verschillen zal vertonen. Van een vergelijking van resultaten louter en alleen op het effect van een verschil in frekwentie van de lessen zal daarom nooit sprake kunnen zijn.

Bij de experimenten van *Schleusing* e.a. (1964), *Sprynarova* (1973), *Cumming* e.a. (1969) en *Buchberger* (1971) zijn tegelijkertijd ook inhoud en intensiteit van de lessen lichamelijke oefening gevarieerd.

Ook het aantal extra lessen per week is niet bij alle experimenten gelijk. Het aantal varieert van één (*Bar-Or* e.a. 1973) tot negen en half lesuur per week (*Cumming* e.a. 1969). Door *Van der Hoeven* (1973) zijn niet één maar verscheidene lesfrequenties binnen één onderzoek toegepast.

Verder is niet alleen het absolute verschil in extra lessen belangrijk, maar ook de verhouding ten opzichte van het normale aantal lessen per week. Bij een verhouding over experimentele en controle-groep van 5:3 (*La von Johnson* 1969; *Kemper* e.a. 1972) of van 2:0 (*Lamers* e.a. 1971) is wel het aantal

extra lessen gelijk, maar de procentuele vermeerdering niet.

De resultaten zijn bovendien afhankelijk van de duur waarover de extra lessen gegeven worden. *Bar-Or* e.a. (1973) bekeken het effect over 3 maanden, *Prasilova* (1966) over vijf jaar en *Sprynarova* (1973) over zelfs zeven jaar. Een volgende belangrijk verschil wordt gevormd door de wijze waarop de extra lessen op school tot stand zijn gekomen. *Gabler* (1970), *Rieckert* e.a. (1972a, 1972b en 1972c) en *Kemper* e.a. (1972) hebben de extra lessen toegevoegd aan het normale lesrooster. *Encausse* (1957), *Isaac* e.a. (1969), *Groll* (1968) en *Van der Hoeven* (1973) verhoogden het aantal wekelijkse lessen lichamelijke oefening ten koste van andere schoolvakken. *Wendler* (1936) deed een experiment waarbij de extra lessen slechts voor een deel ten koste van andere schoolvakken aan het rooster werden toegevoegd.

Evaluatie van de laatste twee typen onderzoek is bijzonder moeilijk omdat de positieve resultaten niet alleen gezocht moeten worden in de extra lichamelijke oefening maar ook in veranderde leefsfeer op school door de vermindering van de overige lessen (*Korting* 1972).

1.3.2. De afhankelijke variabelen

In Tabel 1 zijn de resultaten van de vermelde experimenten zoveel mogelijk overzichtelijk gemaakt door een verdeling naar anthropometrische, fysiologische en gymnologische variabelen.

Niet alle onderzoekers hebben het effect van extra lessen op dezelfde variabelen nagegaan; maar ook wanneer dit wel het geval is, zijn dikwijls verschillende meetmethoden toegepast. Omdat op de vroegste experimenten van *Wendler* (1936) en *Encausse* (1957) geen statistische toetsingsprocedure is toegepast, is de interpretatie van de door hun gevonden verschillen vrij subjectief.

1.3.3. De storende variabelen

De resultaten van onderzoek naar het effect van extra lessen lichamelijke oefening worden niet uitsluitend bepaald door de keuze van onafhankelijke en afhankelijke variabelen. Allerlei persoonsvariabelen spelen eveneens een rol, zoals leeftijd en geslacht, maar ook trainingstoestand en interesses van de proefpersonen zijn van betekenis. De invloeden hiervan op de afhankelijke variabelen kunnen relatief zo groot zijn, dat het effect van de onafhankelijke variabele niet meer aantoonbaar wordt. *Schleusing* e.a. (1964), *Saunders* (1969) en *La von Johnson* (1969) maakten gebruik van transversaal onderzoek. Uit deze experimenten is echter nooit met zekerheid vast te stellen of de gevonden verschillen berusten op verschillen in het aantal lessen lichamelijke oefening of voor een deel veroorzaakt zijn door verschillen in aanleg tussen experimentele en controle groep.

Bij de meeste andere van de in Tabel 1 genoemde experimenten wordt daarom gebruik gemaakt van longitudinaal onderzoek. Wanneer dan rekening

Tabel 1. Overzicht van experimenten naar het effect van extra lessen lichamelijke oefening (+ = positief effect en - = geen effect)
 Review of investigations into the effects of extra lessons in physical education (+ = positive effect and - = no effect)

investigation	subjects			experimental design				results		
	author(s)	country	year	sex	age (pretest)	number	frequency of lessons a week	total period	anthropom. variables	physiol. variables
Wendler	GDR	1936	fem.	9-10	± 60	6 : 2-3	3 years	+		+
Encausse	France	1957	male	10-11	± 60	17½ : 3½	1 and 3 years	+		
Groll	Austria	1965	male	9-10	8 classes	5 : 2	1 year	-		+
Schleusing	DDR	1964	fem. a.			2 × 2 hrs. sport				
Tillman	USA	1965	male	10-11	± 160	extra	4 years		+	
Prasilova	CSSR	1966	?	12-18	50	extr. phys. fitn. pr.	1 year		+	
Soukupova	CSSR	1966	?	6-7	?	6 extra lessons	5 years		+	
Holatova	CSSR	1966	?	?	?	6 hours	?	-	-	
Isaac e.a.	Belgium	1969	male	6-7	?	6 : 3	3 years		-	
Cumming e.a.	Canada	1969	male	11-12	58	7 : 2	3 years	+	+	
La von Johnson	USA	1969	fem. a.	11 and 15	?	9½ : 2 : 0	1 year		-	
Saunders e.a.	USA	1969	fem. a.			5 : 2 - 3		±	±	
Gabler	GDR	1970	male	14	284 and 459	yes, no, partly	4 years		±	
Buchberger	CSSR	1971	fem. a.	14-15	894					
Lamers e.a.	Netherl.	1971	male	10-12	3 classes	5 : 2			-	+
Kemper e.a.	Netherl.	1972	male	11-12	115	9 : 2	2-3 years		±	
Paschen	GDR	1971	fem. a.	11-12	106	2 : 0	½ year		-	
Rieckert e.a.	GDR	1972a	male	11-14	50	5 : 3	1 year	-	-	+
Rieckert e.a.	GDR	1972b	male	12-13	8 classes (lessons of 20 min.)	5 : 0				
Rieckert e.a.	GDR	1972c	male	6-7	2 classes	6 : 2	2 years		-	+
Van der Hoeven	Netherl.	1973	male	11-12	2 classes	6 : 2	3 years		+	+
Bar-Or e.a.	Israel	1973	male	11-12	22	6 : 2	1½ year		-	
Sprynarova	CSSR	1973	male	9-10	150	2 : 4 : 6 : 8 : 10	1 year		±	
				9-10	92	2 : 3 : 4	½ year		-	
				11	39	5 : 3 : 2	7 years	+	±	

houdend met leeftijd, geslacht en andere persoonsvariabelen vergelijkbare proefgroepen zijn gekozen, mag men aannemen dat in dit 'pretest-posttest control group design (Campbell e.a. 1966) groei en ontwikkeling in beide groepen in dezelfde mate zullen plaats vinden. Verschillen tussen beide groepen kunnen dan aan het einde van de trainingsperiode aan de extra lessen worden toegeschreven. Maar ook bij dergelijk longitudinaal onderzoek kunnen de resultaten vertekend worden door de volgende factoren:

- Encausse (1957), Isaac e.a. (1969), Cumming e.a. (1969), Lamers e.a. (1971) en Paschen (1971) recruteerden hun proefgroepen uit verschillende scholen en kunnen daarbij verschillen in sociaal-economisch milieu hebben geïntroduceerd.

- Schleusing e.a. (1964), Buchberger (1971), Rieckert e.a. (1972a, 1972b, 1972c) en Sprynarova (1973) maakten gebruik van vrijwilligers waardoor autoselectie verschillen in motivatie en interesse tussen de proefgroepen kan veroorzaken.

- Tillman (1965), Gabler (1970), Rieckert e.a. (1972a, 1972b, 1972c) werkten met groepen die een prestatieniveau hebben dat duidelijk onder of boven het gemiddelde ligt.

- Bij Sprynarova (1973) bleven van de 114 jongens er na vier jaar van longitudinaal onderzoek slechts 39 over. Door dit grote aantal uitvallers valt over de resterende jongens geen algemene uitspraak meer te doen.

Wanneer al deze problemen kunnen worden opgelost blijft desondanks het probleem, dat de proefpersonen binnen een proefgroep, zeker op de leeftijd

van 11-13 jaar, grote inter-individuele verschillen vertonen in ontwikkelingsleeftijd en de dagelijkse lichamelijke activiteit. Wendler (1936) en Van der Hoeven (1973) signaleren weliswaar deze verschillen echter zonder in hun onderzoek daarmee rekening te houden.

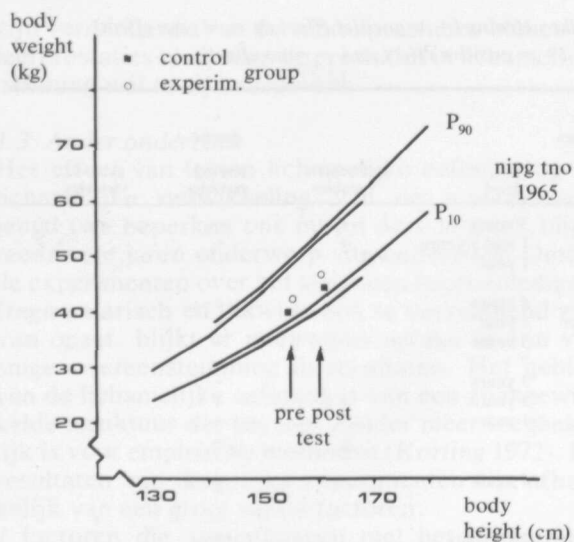
1.4 Replicatie van het vooronderzoek

Omdat één enkel onderzoek zich praktisch niet leent tot generalisatie, leek het ons gewenst om het eigen vooronderzoek (Kemper e.a. 1972) te herhalen bij een vergelijkbare groep jongens. Het doel van dit onderzoek is het effect na te gaan van 2 extra lessen lichamelijke oefening gedurende een schooljaar op de lichamelijke ontwikkeling van 12 en 13 jarige jongens, waarbij tegelijkertijd rekening wordt gehouden met de effecten van interindividuele verschillen in ontwikkelingsleeftijd en dagelijks lichamelijke activiteit als storende variabelen.

2 Methodes

2.1 Proefpersonen

De proefpersonen waren jongens uit de vier brugklassen van een school voor VWO en HAVO, het St. Ignatius college te Amsterdam. Vanwege onderzoekstechnische en medische redenen vielen van de 82 jongens 12 leerlingen af. In Tabel 2 zijn de lichamelijke kenmerken van de 70 jongens aan het begin van het schooljaar 1971/1972 weergegeven. De relatie gewicht - lengte bleek in vergelijking met Nederlandse jongens normaal te zijn: de waarden voor experimentele en controlegroep liggen binnen het 90ste en 10de percentiel (Figuur 1).

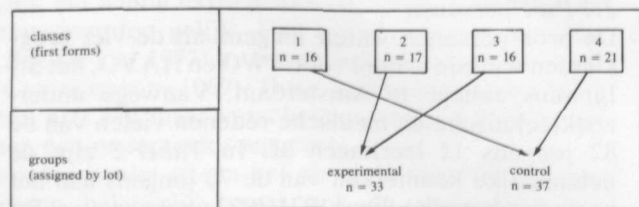
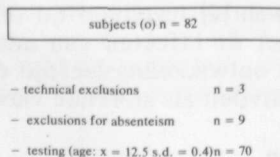


Figuur 1. Gewicht-lengte relatie van experimentele en controle-groep op voor- en natest
Weight for height relationship of experimental and control group on pre- and posttest

2.2 Onafhankelijke variabele

De onafhankelijke variabele was de frequentie van het aantal lessen lichamelijke oefeningen per week. Twee klassen (2 en 3) werden door loting aangewezen als experimentele groep; de andere twee klassen (1 en 4) fungeerden als controlegroep (Schema 1). Aan de controlegroep werd het normale aantal van drie lessen lichamelijke oefening per week gegeven en vijf lessen lichamelijke oefening aan de experimentele groep.

De twee extra lessen werden aan het rooster toegevoegd zodat de experimentele groep in totaal 34 lessen per week ontving in plaats van 32. De leerlingen zelf werden niet op de hoogte gebracht van het feit dat zij twee extra lessen lichamelijke oefening per week kregen. Om echter te voorkomen dat zij zich toch als 'experimentele' groep zou gaan gedragen werden de volgende maatregelen getroffen:



Schema 1. Verdeling van de vier klassen over experimentele en controlegroep
Subjects of the four classes divided in experimental and control group

Tabel 2. Kenmerken (gemiddelde, standaardafwijking en spreiding) van de proefpersonen (n = 70)
Characteristics (mean, standard deviation and range) of the subjects (n = 70)

characteristics	units	\bar{x}	s.d.	range
chronological age	year dec.	12.5	0.4	1.8
weight	kg	41.5	6.3	27.3
height	cm	155.0	7.4	38.9

- ouders werden niet op de hoogte gebracht van het experiment;
- alle noodzakelijke metingen vonden plaats op school en werden verricht met hulp van leraren lichamelijke oefening;
- aan de controlegroep werden dezelfde metingen gedaan als aan de experimentele groep;
- de twee extra lessen lichamelijke oefening waren aan het begin van het schooljaar opgenomen in het lesrooster; omdat het hier alleen brugklasleerlingen betrof die voor het eerst naar het VWO en HAVO kwamen, waren zij niet op de hoogte van het 'normale rooster'; de extra lessen werden dan ook niet als extra ervaren.

Elke klas had zijn eigen leraar lichamelijke oefening. Om desondanks een gelijk programma voor lichamelijke oefening te kunnen waarborgen, werden alle lessen tevoren uitgeschreven en door de vier leraren gegeven in dezelfde volgorde gedurende het schooljaar.

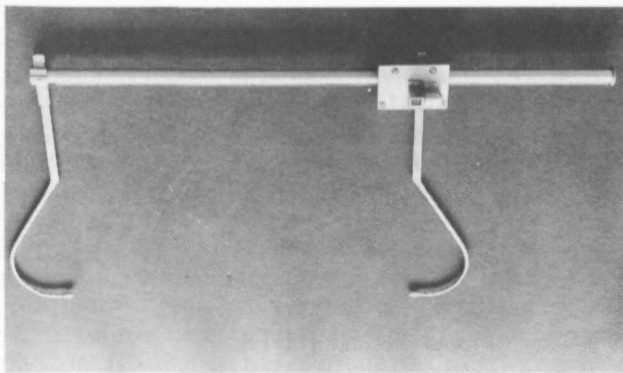
De twee extra lessen lichamelijke oefening voor de experimentele groep vormden uitsluitend een uitbreiding van het totale aantal lessen in kwantitatieve zin. Ook de kwaliteit van de gegeven lessen werd gecontroleerd. Een aantal lessen van elke leraar werd op video- en audioband opgenomen en op een later tijdstip door experts op het gebied van de lichamelijke oefening beoordeeld op een aantal vaktechnische en sociaal-emotionele aspecten. De lessen bleken over het algemeen als voldoende of ruim voldoende gewaardeerd te worden. Tussen de vier leraren bleken geen opvallend grote verschillen in lesgeven te kunnen worden aangetoond (Kemper e.a. 1974).

2.3 Afhankelijke variabelen

Aan het begin van het schooljaar (voortest) en aan het einde van het schooljaar (natetest) werden antropometrische en fysiologische variabelen gemeten. De vorderingen in de lichamelijke oefening werden tijdens het schooljaar gemeten met objectieve prestatietests, hier kortweg gymnologische variabelen genoemd.

2.3.1. Anthropometrische variabelen

Ter benadering van de algehele groei en ontwikkeling werden het totaal lichaamsgewicht (kg) en lichaamslengte (mm) gemeten. De breedte van het skelet werd gemeten als schouder-, bekken-, knie- en polsbreedte (mm).



Figuur 2. Instrument ter bepaling van bekken en schouderbreedte (Harpenden)
Instrument for measuring biacromial and biliocrystal diameter (Harpenden)

Ter benadering van de vetmassa werd de dikte van vier huidplooien bepaald: biceps, triceps, subscapularis en supra-iliaca (mm). Uit het lichaamsgewicht en deze huidploidikten werd het percentage lichaamsvet berekend. De spiermassa werd bepaald uit de omtrek van bovenarm, dijbeen en kuit (mm) en uit de gecorrigeerde bovenarmdiameter (diameter van de bovenarm zonder het onderhuidse vet ter plaatse).

Alle metingen werden voor zover mogelijk uitgevoerd aan de linkerkant van het lichaam volgens de beschrijving van Tanner (1969), zie Figuren 2 en 3.

2.3.2. Fysiologische variabelen

2.3.2.1. Het aerobe vermogen

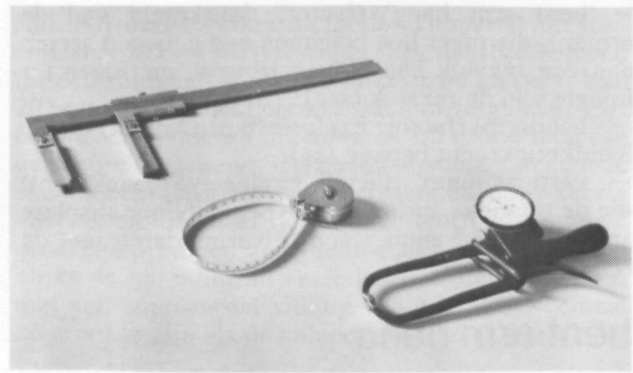
De maximale zuurstofopname ($\dot{V}O_2 \text{ max}$) wordt over het algemeen beschouwd als de beste maat voor het aerobe vermogen. Omdat het niet mogelijk was deze te bepalen, is de voorkeur gegeven aan het meten van de \dot{W}_{170} .

De \dot{W}_{170} is die belasting (in Watt per kg. lich. gewicht), die gepaard gaat met een hartfrequentie van 170 slagen per minuut (Wahlund 1948). De procedure van Weiner e.a. (1969) is gekozen volgens een vier maal drie minuten schema, waarbij na de eerste belastingsperiode van 1 Watt/kg de volgende drie belastingsperiodes gebaseerd worden op de hartfrequentie bereikt in de voorafgaande periode (zie Figuur 4).

Als eenvoudige veldtest ter benadering van het aerobe vermogen is een 12 minuten loop (Cooper 1968) gekozen, waarbij de afgelegde afstand (m) de prestatie aangeeft.

2.3.2.2 De ventilatieprestatie

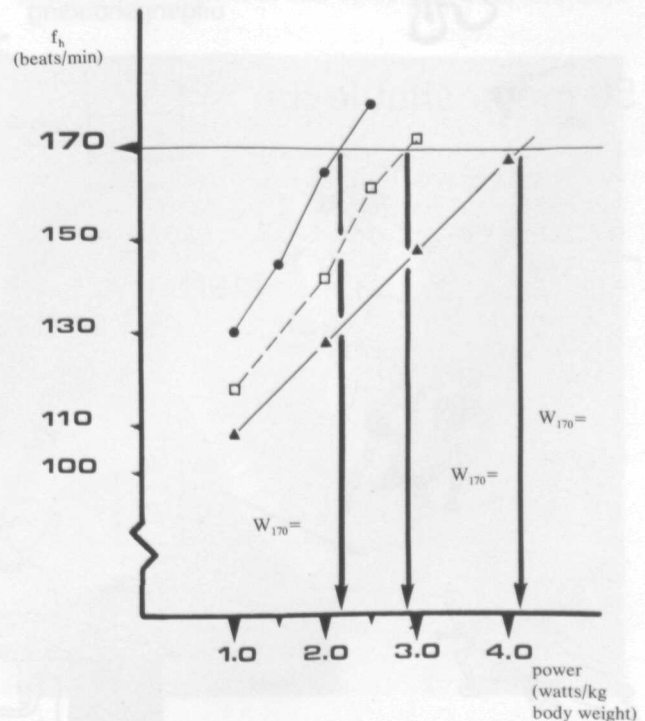
Ter bepaling van de prestatie van de ventilatie werd gebruik gemaakt van de één seconde waarde ($FEV_{1.0}$) (FEV = Forced expiratory volume). Het quotient ($FEV_{1.0}/FEV_{5.0} \times 100 = FEV_{\%}$) werd beschouwd als de prestatie van de ventilatie.



Figuur 3. Instrumenten ter bepaling van de knie- en polsbreedte (Mauser: linksboven), omvang van ledematen (Martins) en een huidploidikte (Harpenden: rechts onder)
Instruments for measuring wrist and knee breadth (Mauser: upperleft), circumferences (Martins) and skinfolds (Harpenden, bottom right)

2.3.2.3 Het neuromusculaire vermogen

De keuze van zes eenvoudige veldtests is voornamelijk gebaseerd op de resultaten van Simons e.a. (1970), aangezien hun onderzoek het enige is dat op grote schaal factoranalyse heeft toegepast op tests afgenomen bij een overeenkomstige proefgroep:

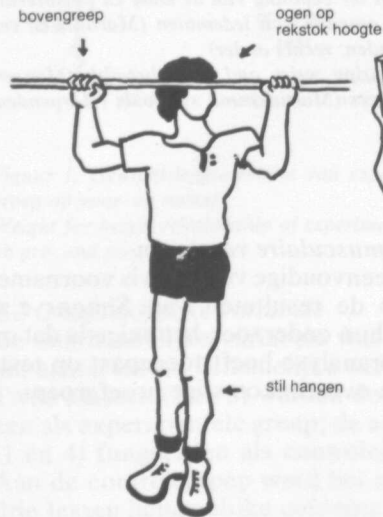


Figuur 4. Bepaling van de \dot{W}_{170} uit de hartfrequentie bereikt op 4 belastingsniveaus met behulp van de fietsergometer (f_h = hartfrequentie) van 3 proefpersonen (●, □, △)
Determination of the physical working capacity (\dot{W}_{170}) of 3 subjects on bicycle ergometer test (f_h = heart frequency)

- 'bent arm hang' (factor: duurkracht van de armen), die meet hoe lang men met gebogen armen aan een rekstok kan blijven hangen, met ogen ter hoogte van de rekstok (sec);
- 'handgrip' (factor: explosieve armkracht) die de handknijpkracht bepaalt (kg);
- 'vertical jump' (factor: explosieve beenkracht) die de relatieve spronghoogte bepaalt door absolute spronghoogte vanuit stand te verminderen met de reikhoogte (cm);

- '50 m shuttle run' (factor: snelheid van voortbewegen) die de tijd meet om een afstand van 10 meter tussen twee lijnen vijf maal af te leggen (0,1 sec);
- 'plate tapping' (factor: snelheid van de armen) die meet hoeveel tijd men nodig heeft om met zijn voorkeur-hand afwisselend twee schijven op 80 cm van elkaar 40 maal aan te raken (0,1 sec);
- 'sit and reach' (factor: lenigheid van de romp) die de reikafstand in langzit meet. (zie Figuren 5, 6, 7, 8, 9 en 10).

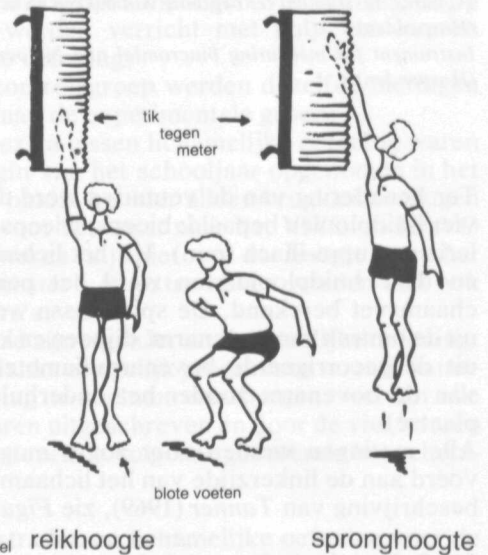
bent arm hang



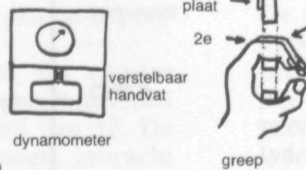
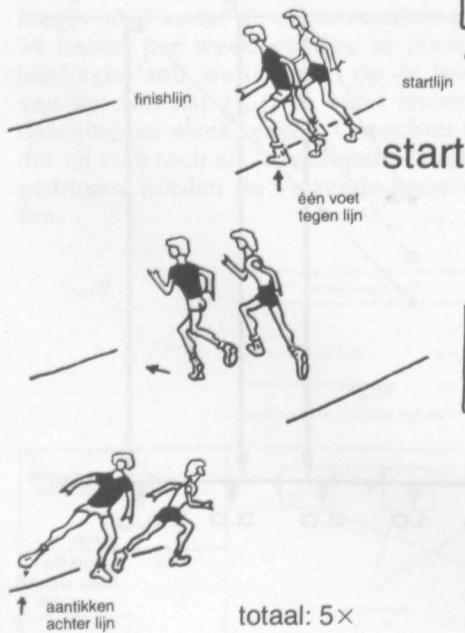
handgrip



vertical jump



50 meter shuttle run



sit and reach

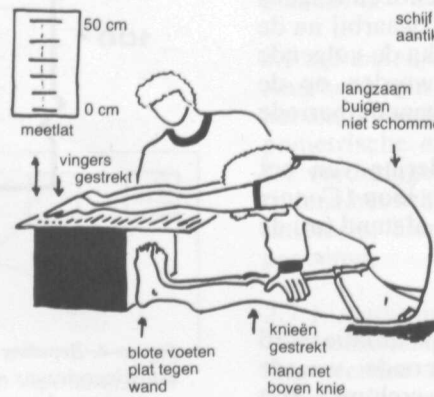
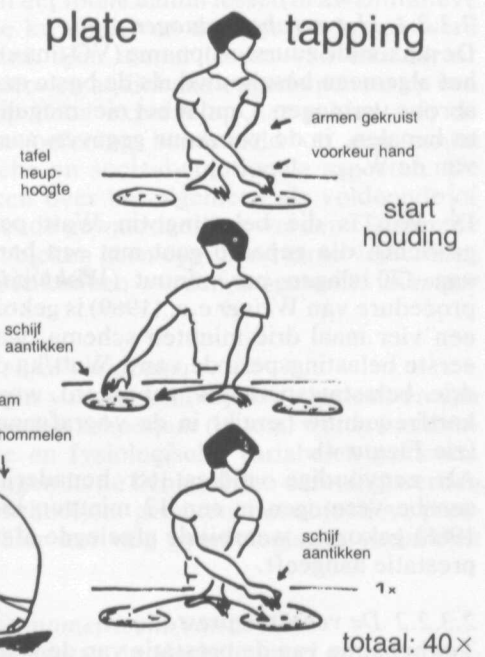


plate tapping



Figuren 5, 6, 7, 8, 9 en 10. De wijze waarop de zes eenvoudige prestatietests werden afgenomen
Procedure of the six simple performance tests

2.3.3 Gymnologische variabelen

Ter evaluatie van het onderwijs in de lichamelijke oefening in engere zin werden gymnologische prestatietests afgenomen (Kemper e.a. 1975). Elke test werd gescoord op een vijfpuntsschaal waarbij een nul de laagste (= 'slechte' prestatie) en een vier de hoogste (= 'uitstekende' prestatie) score vertegenwoordigt.

In totaal werden door de leraren lichamelijke oefening 31 tests afgenomen gedurende het schooljaar. Een indruk over het verloop van de vorderingen werd verkregen door de behaalde score over vier periodes te sommeren: 1 periode tot de herfstvakantie, 2 tot kerstvakantie, 3 tot de paasvakantie en 4 tot de zomervakantie.

2.4 Storende variabelen

Als storende variabelen beschouwden wij:

1 de ontwikkelingsleeftijd;

2 de buitenschoolse lichamelijke activiteit.

2.4.1 Ontwikkelingsleeftijd

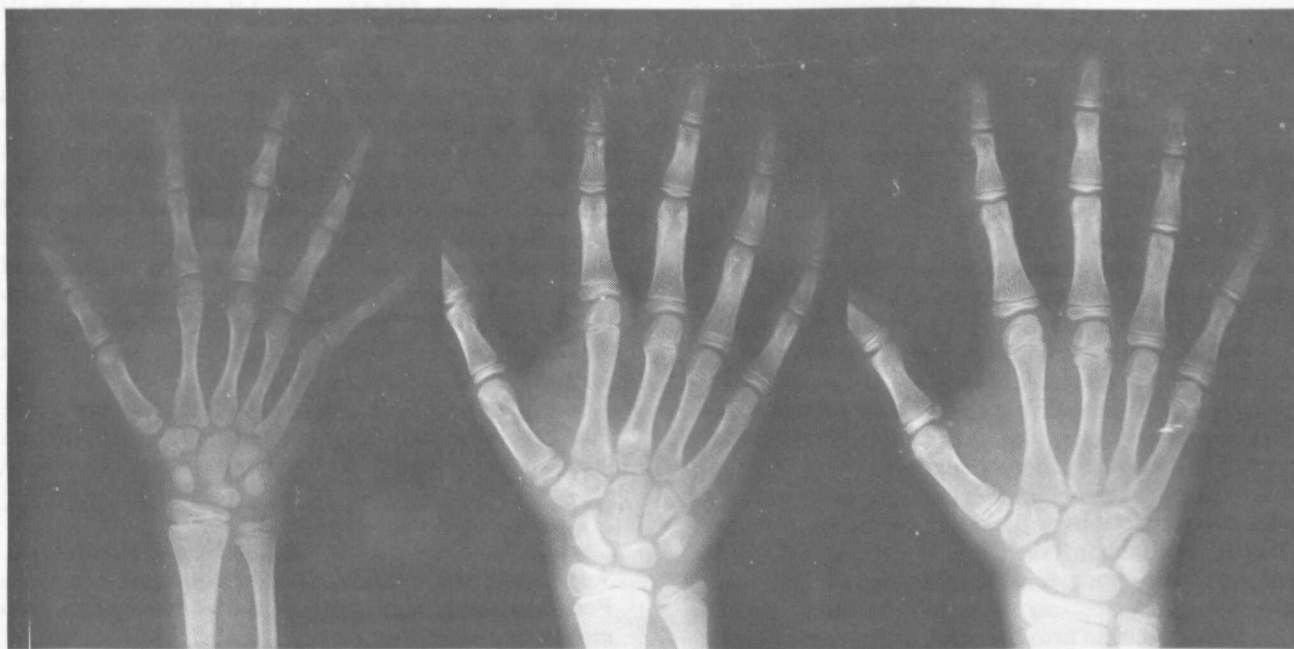
Bouchard e.a. (1968), Van Wieringen e.a. (1968), Clarke (1971), Szabo (1972) en Cumming (1973) hebben gewezen op het belang om bij kinderen de biologische leeftijd te bepalen. Zij toonden aan dat tussen lichaamsbouw en lichamelijke prestaties enerzijds, en ontwikkelingsleeftijd anderzijds een grotere samenhang bestond dan met kalenderleeftijd. De ontwikkeling van het skelet kan worden gebruikt voor de bepaling van de ontwikkelingsleeftijd.

tijd. Bij de gebruikte methode (Tanner-Whitehouse-Healy 1959, 1962) wordt de skeletleeftijd bepaald uit een röntgenfoto van de linkerhand en pols. Van 20 botjes wordt het bereikte stadium vergeleken met een beschrijving en tekening en op grond daarvan een score toegekend. Uit de totaal-score kan men de skeletleeftijd tot op enkele maanden nauwkeurig vaststellen. Hoewel de kalenderleeftijd van onze proefgroep binnen zeer nauwe grenzen gelijk was, blijkt de spreiding in skeletleeftijd op de voortest met een standaardafwijking van 3,6 jaar tweemaal zo groot te zijn als de kalenderleeftijd (1,5 jaar) (zie Figuur 11).

Het is te verwachten, dat door deze grote verschillen in ontwikkeling van de jongens binnen de proefgroepen, de extra lessen lichamelijke oefening in verschillende mate de afhankelijke variabelen zal beïnvloeden.

2.4.2 Dagelijkse lichamelijke activiteit

Wanneer wij aannemen dat gedurende schooltijd de lichamelijke activiteit van de leerlingen niet veel verschillen zal vertonen, betekent dit dat de hoeveelheid lichamelijke activiteit in de rest van de tijd van grote invloed kan zijn op de lichamelijke ontwikkeling. De lichamelijke activiteit als gevolg van de twee extra lessen vormt daarin slechts een klein aandeel. Zeker wanneer men te maken zou hebben met kinderen die in hun vrije tijd een grote lichamelijke activiteit vertonen, zal het effect van deze twee extra lessen, zo het al zou optreden, waarschijnlijk



skelet. a. 10.7

chron. a. 12.2

skelet. a. 12.7

chron. a. 12.2

skelet. a. 13.9

chron. a. 12.2

Figuur 11. Röntgenfoto's van het hand- en polsgewricht van drie jongens met dezelfde kalenderleeftijd (12,2), maar verschillende skeletleeftijd
X-ray photographs of hand and wrist of three boys with same chronological age (12.2) but differences in skeletal age

niet meer te achterhalen zijn.

Een indruk van de lichamelijke activiteit van de leerlingen werd verkregen door gebruik te maken van de 'pedometer' of stappenteller; dit is een apparaatje ter grootte van een zakhorloge, dat bewegingen in verticale richting registreert.

Deze stappentellers werden bevestigd aan de romp, zodat de tijdens het voortbewegen optredende verplaatsingen van het lichaamszwaartepunt worden gesommeerd. Zowel in de herfst als in de lente van het betreffende schooljaar hebben wij alle leerlingen in hun vrije tijd, in totaal zesmaal zo'n stappenteller met zich mee laten dragen: tweemaal van maandag op dinsdag, tweemaal van woensdag op donderdag (incl. vrije woensdagmiddag) en tweemaal van vrijdag tot maandag (weekeinde).

Om het karakter van de meting en de werking van het instrument zoveel mogelijk geheim te houden, werd tegenover de leerlingen gesproken van een 'universeel klok'; deze werd in een leren etui verpakt waarvan bovendien de opening met een loodje verzegeld werd (zie *Figuur 12*).

In aanvulling op de scores verkregen van de stappentellers hoopten wij door middel van een vragenlijst een indruk te krijgen over de besteding van de vrije tijd.

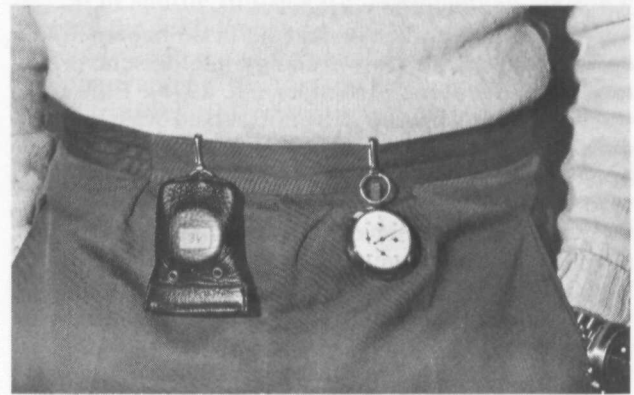
De gegevens van de stappentellers zowel als van de vragenlijst geven aan dat er inderdaad inter-individuele verschillen zijn. De totale score gemeten met stappentellers laten zien dat deze verschillen in sommige perioden het zes, zeven of tienvoudige kunnen bedragen. Uit de vragenlijst blijkt, dat het vervoer van en naar school – in de meeste gevallen per fiets – gemiddeld ongeveer 30% van de totale lichamelijke activiteit in beslag neemt. De activiteiten in verenigingsverband (lidmaatschap van een sportclub) blijken op deze leeftijd met 16% duidelijk ondergeschikt aan de overige lichamelijke activiteiten.

2.5 Statistische analyse en hypothesevorming

Teneinde het totaal aantal afhankelijke variabelen te reduceren, werd een factoranalyse uitgevoerd (varimax-rotatie, *Jöreskog* 1963) op de gegroepeerde voortest gegevens van zowel experimentele als controlegroep. Voor elke groep variabelen werd nagegaan of het mogelijk was om één representatieve variabele te kiezen die dezelfde factorstructuur vertoonde bij beide proefgroepen.

De gekozen variabelen werden gebruikt om de onderstaande acht hypothesen te formuleren:

- 1 Het totale lichaamsvet (% vet) vermindert bij de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep.
- 2 De gecorrigeerde armdiameter (mm) neemt bij de experimentele groep toe ten opzichte van de controlegroep.
- 3 De 'handgrip' (kg) neemt bij de experimentele groep toe ten opzichte van de controlegroep.
- 4 De 'bent arm hang' (sec) neemt bij de experimentele groep toe ten opzichte van de controlegroep.
- 5 De '50 m shuttle run' (sec) neemt bij de experi-



*Figuur 12. Stappenteller, bevestigd aan de broekriem van een proefpersoon en verpakt in etui (links)
Pedometer attached to the waist of a subject and covered by a case (left)*

mentele groep af ten opzichte van de controlegroep.

6 Het 'plate tapping' (sec) neemt bij de experimentele groep af ten opzichte van de controlegroep.

7 De \dot{W}_{170} (in Watt/kg lich. gewicht) neemt bij de experimentele groep toe ten opzichte van de controlegroep.

8 Het 'Forced expiratory volume' (FEV%) neemt bij de experimentele groep toe ten opzichte van de controlegroep.

Teneinde het effect van de onafhankelijke variabele (α) – de twee extra lessen – te kunnen nagaan, werden de gemiddelde verschillen van experimentele en controlegroep getoetst door middel van een covariantie-analyse (*Scheffé* 1959). Bij deze analyse werd rekening gehouden met de invloed van de twee storende variabelen: de dagelijkse lichamelijke activiteit (β) en ontwikkelingsleeftijd (γ). Om de nauwkeurigheid van de schattingen niet al te veel te laten verminderen werd het aantal interacties beperkt tot die tussen α en β .

9 De score van de gymnologische tests is op minstens één van de vier tijdstippen bij de experimentele groep groter dan bij de controlegroep.

Deze hypothesen werden getoetst met behulp van *Hotelling's T²* (*Morrison* 1967).

Alle negen hypothesen werden getoetst eenzijdig met een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5% ($p < 0,05$).

3 Resultaten

3.1 Resultaten van de covariantie-analyse

Per hypothese zijn achtereenvolgens steeds maximaal drie toetsen uitgevoerd (*Tabel 3*).

Toets 1: $H_0 : \alpha = \beta^{(\text{exp})} = \beta^{(\text{contr.})} = \gamma = 0$

De nulhypothese (H_0) kon slechts in twee van de acht gevallen worden verworpen, namelijk bij de variabele 'handgrip' ($p < 0,01$) en gecorrigeerde armdiameter ($p < 0,05$). Dit betekent dat alleen bij deze twee variabelen er reden is om aan te nemen dat er een effect bestaat, veroorzaakt door de extra lessen ($\alpha =$

Tabel 3. Resultaten van de covariantie-analyse (n.s. = niet significant; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$)

Results of the analysis of covariance (n.s. = not significant; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$)

analysis of covariance			
variables	test 1	test 2	test 3
% fat	n.s.		
corr. upper-arm diameter	*	n.s.	
handgrip	**	*	n.s.
bent arm hang	n.s.		
50 m shuttle run	n.s.		
plate tapping	n.s.		
W ₁₇₀	n.s.		
FEV %	n.s.		

0) en/of de dagelijkse lichamelijke activiteit ($\beta^{(exp.)} \neq \beta^{(contr.)}$) en/of de ontwikkelingsleeftijd ($\gamma \neq 0$). Alleen bij de twee variabelen 'handgrip' en gecorrigeerde armdiameter heeft het nu nog zin de volgende toetsen (2 en 3) uit te voeren.

Toets 2: $H_0: \alpha \neq 0$ en $\beta^{(exp.)} \neq \beta^{(contr.)}$

De nulhypothese kon alleen worden verworpen ten aanzien van 'handgrip' ($p < 0,01$) en niet ten aanzien van gecorrigeerde armdiameter ($p > 0,05$). Dit betekent dat alleen bij de variabele 'handgrip' er reden is om aan te nemen dat een effect bestaat veroorzaakt door de extra lessen of alléén ($\alpha \neq 0$) of in combinatie met dagelijkse lichamelijke activiteit ($\beta^{(exp.)} \neq \beta^{(contr.)}$). In toets 3 zal worden nagegaan of de dagelijkse lichamelijke activiteit het effect mede heeft veroorzaakt.

Toets 3: $H_0: \beta^{(exp.)} = \beta^{(contr.)}$

Omdat de nulhypothese niet kon worden verworpen ($p > 0,05$), kan geconcludeerd worden dat het verschil in 'handgrip' tussen experimentele en controlegroep alleen door de onafhankelijke variabele – de twee extra lessen – is veroorzaakt.

Dus van de acht hypothesen, die getoetst werden met behulp van covariantie-analyse, bleek alleen de handknijpkracht significant toe te nemen bij de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep door de twee extra lessen lichamelijke oefening.

Tabel 4. Voortest gegevens van lichamelijke kenmerken van experimentele en controlegroep tesamen.

Pretest data of anthropometric and physiologic data of experimental and control group

	units	\bar{x}	s.d.	range
corrected upperarm diameter	cm	5.2	0.3	2.0
% fat	%	17.8	3.6	16.6
FEV %	%	87.1	6.3	25.0
W ₁₇₀	Watt/kg	2.68	0.6	2.4
handgrip	kg	21.8	4.8	21.0
vertical jump	cm	29.0	5.0	29.0
bent arm hang	sec	20.1	10.4	44.0
50 m shuttle run	sec	14.1	0.7	3.0
sit and reach	cm	27.3	6.0	24.0
plate tapping	sec	20.7	2.2	12.6

3.2 Resultaten ten aanzien van de gymnologische variabelen

In Figuur 13 zijn de gemiddelden en standaardafwijkingen vermeld van de scores behaald op de gymnologische tests, door de experimentele en controlegroep over de vier tijdstippen. Over deze gegevens werd een multivariate analyse uitgevoerd. Daaruit bleek dat de experimentele groep een hogere score behaalde over de vier tijdstippen ten opzichte van de controlegroep ($p < 0,009$).

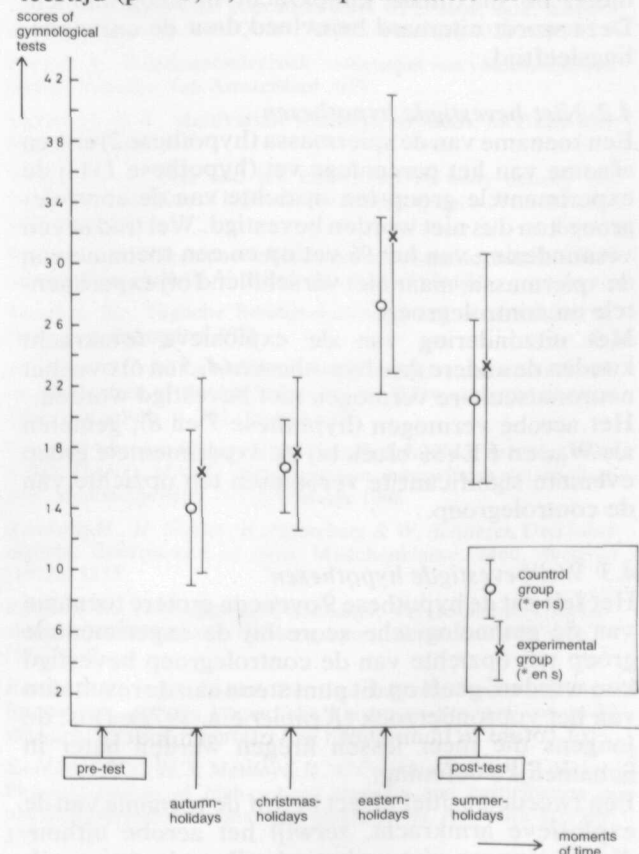
Om een indruk te krijgen van de werkelijke waarden van de variabelen zijn in Tabel 4 de gemiddelde waarden van experimentele en controlegroep samen op de voortest vermeld.

4 Discussie

4.1 Invloed van ontwikkeling en activiteit

Hoewel aanvankelijk alleen gekeken werd naar het effect van de twee extra lessen hebben wij in tweede instantie ook afzonderlijk de invloed van lichamelijke activiteit en ontwikkelingsleeftijd op de handknijpkracht en de gecorrigeerde armdiameter geanalyseerd.

Op de handknijpkracht kon naast een effect van de extra lessen ook een effect van de ontwikkelingsleeftijd ($p < 0,05$) voor experimentele en controlegroep



Figuur 13. Gemiddelde en standaardafwijking van de scores behaald op de gymnologische tests door experimentele en controlegroep tijdens vier periodes in het schooljaar

Mean and standard deviation of the scores of gymnological tests of experimental and control group during four periods of the schoolyear

groep in dezelfde mate worden aangetoond. De dagelijkse lichamelijke activiteit bleek echter geen significant effect te veroorzaken ($p > 0,05$).

Op de gecorrigeerde armdiameter kon een significante invloed worden aangetoond op de experimentele groep door de extra lessen en een invloed van dagelijkse lichamelijke activiteit en/of ontwikkelingsleeftijd ($p < 0,05$). De ontwikkelingsleeftijd heeft een kleine invloed, maar bij beide groepen identiek ($p < 0,10$). De dagelijkse lichamelijke activiteit bleek echter geen significante verschillen te veroorzaken ($p > 0,05$). De significante verschillen in toets 1 op deze variabele moet derhalve door andere, ons onbekende, factoren veroorzaakt zijn. Behalve de extra lessen spelen dus ontwikkelingsleeftijd en dagelijkse lichamelijke activiteit bij deze veranderingen een rol.

Bij vergelijking van de lichamelijke prestatietests met de variabele gecorrigeerde armdiameter, blijkt op de voortest de hoogste correlatie op te treden met de variabele 'handgrip' ($r = 0,59$). Blijkens deze hoge correlatie is er een verband tussen beide variabelen.

De handknijpkracht is verder de enige van de eenvoudige prestatietests die een absolute prestatie meet: de maximale knijpkracht in kilogrammen. Deze wordt uiteraard beïnvloed door de ontwikkelingsleeftijd.

4.2 Niet-bevestigde hypothesen

Een toename van de spiermassa (hypothese 2) en een afname van het percentage vet (hypothese 1) bij de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep kon dus niet worden bevestigd. Wel trad er een vermindering van het % vet op en een toename van de spiermassa, maar niet verschillend bij experimentele en controlegroep.

Met uitzondering van de explosieve armkracht konden de andere drie hypothesen (4, 5 en 6) over het neuromusculaire vermogen niet bevestigd worden.

Het aerobe vermogen (hypothese 7 en 8), gemeten als W_{170} en FEV% bleek bij de experimentele groep evenmin significant te verbeteren ten opzichte van de controlegroep.

4.3 Wel-bevestigde hypothesen

Het feit dat de hypothese 9 over een grotere toename van de gymnologische score bij de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep bevestigd kon worden, geeft op dit punt steun aan de resultaten van het vooronderzoek (Kemper e.a. 1972). Dus: de jongens die meer lessen kregen werden beter in lichamelijke oefening.

Een tweede positief effect betrof de toename van de explosieve armkracht, terwijl het aerobe uithoudingsvermogen niet verbeterde. Deze laatste resultaten zijn begrijpelijk wanneer men bedenkt dat de inhoud van de lessen wel regelmatig een appèl doet op kracht (toesteloefeningen zoals ringen, rekstok, wandrek, e.d.), maar slechts sporadisch op conditie (zoals duurlopen).

Met deze resultaten zou men zich kunnen afvragen

Tabel 5. Vergelijking van de stappenscores bij lichamelijke actieve en inactieve leerlingen

Comparison of pedometer scores of active and inactive pupils

	ultra-active pupils	ultra-inactive pupils
estimated weekly out-of-school activity	180.000	24.000
3 (normal) lessons of physical education a week	9.000	9.000
total score	189.000	33.000
2 extra lessons of physical education a week	6.000	6.000
% increase	3%	18%

of er tijdens de lessen niet anders gewerkt zou moeten worden. Met het oog op vroegtijdige preventie van hart- en vaatziekten zou een leerplan waarin meer aandacht wordt besteed aan duurbelastingen aan te bevelen zijn.

Van de in totaal negen hypothesen konden er dus slechts twee bevestigd worden. Een belangrijke oorzaak voor de over het algemeen negatieve resultaten moet gezocht worden in de relatief kleine toename van de dagelijkse lichamelijke activiteit van de leerlingen met slechts twee extra lessen lichamelijke oefening. Vergelijking van de stappentellerscores in de vrije tijd met die in de lessen lichamelijke oefening (Tabel 5) toont aan dat de toename van twee extra lessen per week een toename betekende variërend van 3% (bij de zeer actieve leerlingen) tot 18% (bij de zeer inactieve leerlingen).

In het licht van deze gegevens ligt het voor de hand dat, zo er al een effect is, zeker niet eenzelfde trainingseffect van de extra lessen verwacht mag worden.

5 Conclusies

Samenvattend kan gesteld worden dat het effect in zijn algemeenheid van twee extra lessen lichamelijke oefening per week gedurende een schooljaar op de lichamelijke ontwikkeling van 12- en 13-jarige jongens in de brugklas niet kon worden aangetoond. Slechts de handknijpkracht en de vorderingen in de lichamelijke oefening blijken significant toe te nemen bij de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep.

Overigens betekent dit resultaat niet, dat kan worden getornd aan het normale aantal lessen lichamelijke oefening. Opvallend hoog bleek de populariteit van de lichamelijke oefening bij de leerlingen. Op een lijst van 13 schoolvakken werd het gemiddeld op de tweede tot derde plaats gezet.

Bovendien bleek deze hoge waardering tijdens het schooljaar zowel bij experimentele als controlegroep nog iets toe te nemen terwijl de gemiddelde schoolattitude daalde (Kemper e.a. 1974).

Summary

Effects of extra physical education upon the physical development of schoolboys

The purpose was to investigate the effects of two extra lessons of physical education a week during a schoolyear upon the physical development of schoolboys ($n=70$) with chronological age of 12.5 (± 0.4) year. In a pretest-posttest control group design, anthropometric, physiologic and gymnologic characteristics were measured. The mean difference scores of experimental and control group were compared by way of analysis of covariance while making allowance for the influence of biological age and habitual physical activity.

Many hypotheses were tested: only achievement in physical education and performance in handgrip increased significantly.

Literatuur

Astrand, P. O. & K. Rodahl, Textbook of work physiology. McGraw-Hill, New York 1970

Bar-Or, O. & L. D. Zwiren, Physiological effects of increased frequency of physical education classes and of endurance conditioning on 9-10 year old girls and boys. In: Proc. 4th Int. symp. ped. work physiol. p. 183, Natanya, Israël 1973

Bouchard, C. W., W. Hollmann & G. Herkenrath, Relations entre le niveau de maturité biologique, la participation à l'activité physique et certaines morphologiques et organique chez des garçons de huit à dix-huit ans. Biometr. Hum. 3 (1968) 101

Buchberger, J., Der Einfluss verschiedener Trainingsarten auf die Arbeitskapazität von Jugendlichen. Wien. med. Wschr. 121 (1971) 938

Campbell, D. T. & J. C. Stanley, Experimental and quasi-experimental designs in research. Rand McNally, Chicago 1966

Clarke, H. H., Physical and motor tests in the Medford boys' growth study. Prentice Hall, Englewood Cliffs 1971

Cooper, K. H., A means of assessing maximal oxygen uptake. J. Amer. med. Ass. 203 (1968) 201

Cumming, G. R., D. Goulding & G. Baggeley, Failure of school physical education to improve cardiorespiratory fitness. Canad. med. Ass. J. 101 (1969) 69

Cumming, G. R., Correlation of athletic performance and aerobic power in 12 to 17 year old children with bone age, calf muscle, total body potassium, heart volume and two indices of anaerobic power. Pediatric work physiology, Proc. of the fourth int. symposium, O Bar-Or (ed.), Natanya, Israël 1973

Cureton, T. K., Improving the physical fitness of youth. Monographs of the Soc. child develop. 29 (1964) 7

Encausse, P., Influence des activités physiques et sportives sur le développement intellectuel et physique en milieu scolaire. Imprimerie Nat., Paris 1957

Gabler, H., Zur Einführung einer Sportzugklasse. Die Leibeserziehung 1 (1970) 4

Groll, H., Idee und Gestalt der Leibeserziehung von heute, III. Theorie und Praxis der Leibeserziehung. Österreich. Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst, Wien-München 32 1969

Hautvast, J. G. A. J., Iedere hap een verkeerde stap? Oratie. Landbouwhogeschool Wageningen 1974

Hoeven, H. C. van der, Lichamelijke oefening en bewegingsvaardigheid - een onderzoek naar de relatieve effectiviteit van een aantal in lesuren toenemende programma's lichamelijke oefening. KU, Nijmegen 1973

Holatova, D., Experiment to evaluate the influence of systematic physical education on the physical and mental state of youth. In: II Int. congress physical fitness of youth. p. 121, Prague 1966

Isaac, J., C. Wilmart, F. van den Bossche, O. Marneffe, A. Colemont, H. Ide & E. van Kerckove, Het pedagogisch half-time stelsel van Cuesmes. Sport 46 (1969) 84

Jöreskog, K. G., Statistical estimation in factor analysis. Almqvist & Wiksell, Stockholm 1963

Kemper, H. C. G., A. N. P. Oud & L. W. C. Tavecchio, De invloed van lichamelijke oefening op de lichamelijke en geestelijke groei en ontwikkeling van 12- en 13-jarige scholieren. T. soc. Geneesk. 50 (1972) 386

Kemper, H. C. G., The influence of extra lessons in physical education on physical and mental development of 12 and 13 year old boys. In: Physical fitness, Charles University, Prague 1973

Kemper, H. C. G., J. G. A. Ras, J. Snel, P. G. Splinter, L. W. C. Tavecchio & R. Verschuur, Investigation to the effects of two extra lessons in physical education a week during a schoolyear upon the physical and mental development of 12 and 13 year old boys, pupils in the first forms of a secondary school in Amsterdam. De Vrieseborch, Haarlem 1974

Kemper, H. C. G., J. Put, E. Schut & L. Toepoel, Door méér lessen lichamelijke oefening, beter in lichamelijke oefening. De lich. Opv. 3 (1975) 76

Koeman, J. H., Iedere hap een verkeerde stap? Oratie. Landbouwhogeschool, Wageningen 1974

Korting, F. W. J. P., De lichamelijke opvoeding, een bijdrage tot het bepalen van haar betekenis en plaats. Scriptie. KU, Nijmegen 1972

Lamers-Winkelmann, F. & H. A. Keizer, Verkort verslag van een onderzoek naar de invloed van de lessen lichamelijke oefening op enkele fysiologische en somatometrische parameters. Thomas 1 (1971) 2

La von Johnson, C., Effects of 5-day-a-week versus 2- and 3-day-a-week physical education class on fitness, skill, adipose tissue and growth. Res. Quart. Amer. Ass. Hlth 40 (1969) 93

Luyken, R., Voedingsonderzoek: samenspel van vele disciplines. Oratie. Univers. van Amsterdam 1973

Morrison, D. F., Multivariate statistical methods. McGraw-Hill, New York 1967

Novak, L. P., Age and sex differences in body density and creatinine excretion of highschool children. Ann. N.Y. Acad. Sci. 110 (1963) 545

Parizkova, J., The impact of age, diet and exercise on man's body composition. Ann. N.Y. Acad. Sci. 110 (1963) 661

Paschen, K., Tägliche Bewegungszeit in der Grundschule. K. Hofmann, Schondorf 1971

Prasilova, M., Influence of every day intensive physical education on children of the 1st-5th grade. In: II Int. congress physical fitness of youth, p. 367. Prague 1966

Voorstel leerplan Rijksscholen voor lichamelijke oefening voor VWO, HAVO, MAVO. Ministerie van onderwijs en wetenschappen. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1968

Rieckert, H., H. Gabler, H. Hinneberg & W. Schnezer, Drei Jahre tägliche Sportstunde in einer Mädchenklasse. Med. Welt 23 (1972a) 1115

Rieckert, H., H. Gabler & F. Brandner, Vergleichende Untersuchungen im Schul- und Leistungssport. Ärztliche Forschung 36 (1972b) 32

Rieckert, H. & H. Gabler, Der Trainingseffekt einer täglichen Sportstunde auf das körperliche Leistungsvermögen von 11-12 jährigen Schülern. Sportarzt und Sportmed. 2 (1972c) 21

Saunders, R. J., H. J. Montoye, D. A. Cunningham & A. J. Kozar, Physical fitness of high school students and participation in physical education classes. Res. Quart. Amer. Ass. Hlth 40 (1969) 552

Scheffé, H., The analysis of variance. Wiley, New York 1959

Schleusing, G. & H. Rieger, Längsschnittuntersuchung über die Wirkung des sportlichen Trainings auf den kindlichen Organismus vom 11. bis 14. Lebensjahr. Z. Altersforschung 17 (1964) 258

Shephard, R. J., Challenges to fitness research. In: Proc. 4th Int. symp. ped. work physiol. p. 7, Natanya, Israel 1973