



Gewennen en oefenen physiologisch beschouwd

<https://hdl.handle.net/1874/281680>

A. qu. 192, 1924

GEWENNEN EN OEFENEN
PHYSIOLOGISCH
BESCHOUWD



M. A. DE JONGH

A. qu.
192
1924

GEWENNEN EN OEFENEN PHYSIOLOGISCH
BESCHOUWD.

Diss. Utrecht 1924

GEWENNEN EN OEFENEN PHYSIOLOGISCH BESCHOUWD.

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN
GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE
AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
DR. A. J. P. VAN DEN BROEK, HOOGLEERAAR
IN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE,
VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER
UNIVERSITEIT TE VERDEDIGEN TEGEN DE
BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER
GENEESKUNDE OP DONDERDAG 10 JULI 1924,

DES NAMIDDAGS TE 4 UUR, DOOR
MARTEN ADRIAAN DE JONGH,

ARTS,

GEBOREN TE BREDA.



DRUKKERIJ ZUIDAM — UTRECHT

Door het voltooiën van dit proefschrift wordt mij een welkome gelegenheid geboden, om in dankbare herinnering terug te denken aan de jaren, waarin ik het voorrecht had in Utrecht te studeeren, onder leiding van U, HOOGLEERAREN der medische en philosophische faculteiten.

HOOGGELEERDE ZWAARDEMAKER, HOOGGEACHTE PROMOTOR indien ik U dank verschuldigd ben, is dit in de eerste plaats voor uwe leiding en voorlichting bij mijnen arbeid. Gaarne denk ik tevens terug aan den tijd, dat ik in uw laboratorium onder uwe dagelijksche leiding mocht experimenteeren.

HOOGGEACHTE NIEUWENHUYSE en HOOGGEACHTE VAN SEVENTER, mijn verblijf als assistent in het Burgerziekenhuis te Amsterdam, heeft bij mij de herinnering achter gelaten van een bijzonderen nuttigen en aangenamen tijd. Een woord van dank en erkentelijkheid wil ik U gaarne hier toeroepen.

INHOUD.

	Blz
HOOFDSTUK I: Inleiding	1
HOOFDSTUK II: De invloed van gewennen en oefenen op den arbeid	5
HOOFDSTUK III: De invloed van gewennen en oefenen op de lichamelijke functies in het algemeen.	23
HOOFDSTUK IV: Iets over de toepassingen der begrippen gewennen en oefenen .	47

HOOFDSTUK I.

INLEIDING.

De bekendheid der begrippen gewennen en oefenen, wat betreft hun toepassingen aan den spierarbeid, zijn natuurlijk lang niet van den laatsten tijd. Zeer zeker is het al heel lang een voldongen feit, dat het telkens herhalen van eenzelfde beweging, of van een groep van bewegingen, tengevolge heeft dat deze bewegingen met minder moeite gepaard gaan en dat men haar beter kan uitvoeren dan voorheen. De sociale beteekenis der begrippen gewennen en oefenen is in de laatste tientallen van jaren echter wel sterk toegenomen. Het heeft de aandacht getrokken, dat men in de praktijk door het intensief toepassen van gewennen en oefenen, dikwijls groote energiebesparingen kan boeken, anderzijds dat gewennen en oefenen ten gevolge hebben, dat men arbeid kan uitvoeren op zulk een wijze en in zulk een hoeveelheid, als waarvan zonder gewennen en oefenen nauwelijks sprake kan zijn. We denken hierbij aan den arbeid, zooals de moderne industrie ons toont, met haar zeer uitgesproken arbeidsverdeeling. Juist door de ver doorgevoerde arbeidsverdeeling, kunnen de gevolgen van gewennen en oefenen duidelijk op den voorgrond treden. Een tweede terrein, waarop gewennen en oefenen hun invloed op sprekende wijze toonen, is dat van de sport, waar ten gevolge van een zoo ver mogelijk doorvoeren van oefening, records

zooals nimmer te voren, getuigend van zeer hooge arbeidsprestatie, worden bereikt.

Gewennen en oefenen vormen dus twee begrippen met een voor onzen tijd groote praktische beteekenis. Dit zal dan ook wel een voorname oorzaak zijn van de belangstelling, die de studie van deze onderwerpen van meerdere zijden ten deel is gevallen. In de eerste plaats is in dit verband te noemen de belangstelling van de zijde der psychologie, voornamelijk der toegepaste psychologie, die de psychologische zijde van het vraagstuk met recht zeer naar voren heeft gebracht.

Deze verhandeling wil zich echter bepalen tot de physiologische zijde van het vraagstuk en de overige kanten laten rusten, in de meening dat ook de physiologische zijde de volle aandacht verdient, wil men een zoo volledig mogelijk inzicht in de processen verkrijgen.

Indien men eenzelfde spierarbeid steeds onder zooveel mogelijk gelijke omstandigheden regelmatig herhaalt, zal dit tengevolge hebben, dat de processen gewennen en oefenen optreden.

Onder gewenning te zamen verstaan wij dan dat proces, waardoor de verschillende lichamelijke functies zooals ademhaling, hartswerking e.a. zich instellen en aanpassen aan den arbeid, die gevraagd wordt. Denken wij ons den arbeid constant, dan zullen de diverse functies niet onmiddellijk op het gunstigst zijn ingesteld. Bij het zoeken naar de juiste mate, waarin op elk van haar een beroep moet worden gedaan, worden zij noodzakelijk aan wisselende intensiteiten onder-

worpen, daarenboven zullen niet altijd dezelfde functies voor het vervullen van de taak gekozen worden. Dikwijls zal hiervan het gevolg zijn, dat, indien de intensiteit der functie of de keuze ervan, of wel beiden niet passen bij den gevraagden arbeid, veel energie onnoodig wordt verspild, totdat na zekeren tijd de functies in de juiste mate en in de juiste volgorde zullen werken en een natuurlijke economie zal worden nagestreefd. Deze functies zoowel als de gepresteerde arbeid, zullen dus van dit proces een invloed onder vinden.

Als oefenen beschouwen wij een ander proces, dat zich kenmerkt door een krachtige ontwikkeling van de functies, die bij den arbeid zijn betrokken.

Jules Amar ¹⁾ geeft er de volgende beschrijving van: „Quant à la nature même de l'entraînement, elle est à la fois mécanique et physiologique. Mécanique parce que le travail diminue l'inertie propre de la fibre musculaire, physiologique — et c'est ici la véritable cause des faits observés — parce que le travail augmente l'irritabilité des muscles et des nerfs, — comme l'inactivité les émousse et les conduit à l'atrophie et à la dégénération; — parceque, d'autre part, il stimule les phénomènes circulatoires, l'action du sang et de la lymphe, au point de donner lieu à ce qu'on a appelé l'hypertrophie fonctionnelle. On voit alors s'accroître la masse des muscles, non par addition de nouvelles fibres, mais par épaissement des anciennes qui grossissent et mettent en réserve les matériaux azotés.”

¹⁾ Jules Amar. Le Moteur Humain, blz. 268.

Door het steeds herhalen van denzelfden arbeid zal bij de diverse functies het vermogen ontstaan, om deze arbeid op beter en krachtiger wijze ten uitvoer te brengen, wederkeerig zullen de diverse functies door deze vermeerderde arbeidsproductie een invloed ondergaan. Deze laatste invloed wordt door Joteyko ¹⁾ als volgt onder woorden gebracht: „On sait que la fonction crée l'organe.”

Gelijk werd meegedeeld, treden bij het herhalen van eenzelfden spierarbeid de processen, gewennen en oefenen, beide op. Door dit samengaan, is de invloed, die elk hunner, eendeels op het prestatievermogen, anderdeels op de functies zelve uitoefenen, niet steeds van elkaar te scheiden.

Dit zal wel de groote oorzaak zijn van het feit, dat men veelal in de practijk beide processen samen voegt en met den naam van „training” aanduidt. Ook bij theoretische beschouwingen zijn zij niet steeds gescheiden behandeld. Zoo combineert Staehelin ²⁾ deze twee invloeden tot één, terwijl Durig ³⁾ de gewenning beschouwt als een ondersteuning der oefening.

¹⁾ J. Joteyko, La Science du travail et son organisation 1917.

²⁾ Staehelin, Ueber den Einfluss der Muskelarbeit auf die Herzthätigkeit u.s.w. Deutsch. Arch. f. klin. med. Bd. 59 blz. 95.

³⁾ A. Durig, Die Ermüdung, blz. 46.

HOOFDSTUK II.

DE INVLOED VAN GEWENNEN EN OEFENEN OP DEN ARBEID.

Het arbeidsvermogen ondergaat door gewennen en door oefenen beide een invloed. In het algemeen zal het proces van gewennen zich vrij spoedig afspelen en daardoor deze invloed zich reeds na zeer korten tijd doen gevoelen ¹⁾. Het proces van oefenen daarentegen, zal eerst geleidelijk een grootere rol gaan spelen; daardoor zal haar invloed op het arbeidsvermogen in den aanvang slechts gering, eerst na eenigen tijd zich duidelijk kunnen ontvouwen. Gewennen en oefenen zullen dus hun invloed op verschillende tijdstippen het sterkst doen gelden. Dit verschil in tijd van werken, zal des te grooter worden — door het zich spoediger voltrekken van het proces van gewennen — naarmate de desbetreffende arbeid van minder samengestelden aard is. ²⁾

Deze invloeden zullen we nader beschouwen, mede aan de hand van eenige reeksen van ergographische oefeningen, die gedurende meerdere weken onder zoo veel mogelijk gelijke omstandigheden werden uitgevoerd. De invloeden die in het begin der reeksen zich openbaren en die voor een groot deel op rekening van de gewenning kunnen

¹⁾ Man Weber, Zur Psychophysik der industriellen Arbeit. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik. Bd 27 blz. 757.

²⁾ A. Durig, Die Ermüdung, blz. 40.

worden gesteld, zullen hierbij een afzonderlijke bespreking ondergaan.

A. Zoo deelt Lombard Warren¹⁾ mede, dat hij bij zijn dagelijkschen ergografischen arbeid in den aanvang slechts een geringe vermeerdering van den uitgevoerden arbeid kon waarnemen.

Gedurende de eerste 6 dagen was de toename zelfs niet merkbaar en eerst na den 17den arbeidsdag nam de arbeidsvermeerdering snel toe.

De gegevens van Scheffer²⁾, die echter niet betrekking hadden op een dagelijksche reeks van onder gelijke omstandigheden uitgevoerden arbeid, — tusschen arbeidsdagen met constante arbeidsvoorwaarden, werden dagen gevoegd, waarop de proefpersoon een bepaald quantum alcohol gebruikte — en die zich daardoor minder goed leenen voor beschouwingen over een gering aantal dagen, toonen in het algemeen, gedurende de eerste dagen een duidelijke vermindering van den uitgevoerden arbeid aan, terwijl in alle reeksen op den 10den dag de arbeidsprestatie, die van den 1sten dag in grootte overtrof.

Ook bij Palmen³⁾ komt deze vermindering van den uitgevoerden arbeid in de eerste dagen van zijn proefreeks duidelijk tot uiting.

¹⁾ P. Lombard Warren, Some of the influences, which affect the power of voluntary muscular contractions Journ. of phys. vol XIII 1892.

²⁾ Dr. J. C. Th. Scheffer, Studien über den Einfluss des Alcohols auf die Muskelarbeit. Arch. f. experiment. Path. u. Pharmacol. Bd XLIV blz. 24.

³⁾ Palmen, Ueber die Bedeutung der Uebung für die Erholung der Leistungsfähigkeit der Muskeln. Skand. Arch. f. Phys. Bd. 24, blz 169.

Palmen's proeven hadden betrekking op ergographisch werk dat gedurende een reeks van dagen elken dag onder zooveel mogelijk gelijke omstandigheden werd uitgevoerd. De oefeningen bestonden uit het heffen met den arm van een zeker gewicht, op het sein van een metronoom, totdat tengevolge van vermoeidheid het gewicht niet meer opgeheven kon worden. Dan werd een bepaalden tijd gerust en vervolgens opnieuw met de oefeningen aangevangen. Aldus werden elken dag 20 perioden van oefeningen uitgevoerd.

Door samenvoeging van den uitgevoerden arbeid der 20 perioden werd van elken dag de totale arbeidsprestatie berekend en nu bleek dat de dagprestatie gedurende de eerste vier dagen belangrijk daalde en wel van 1596 op 834 K.G.M. dus tot bijna de helft van de totale prestatie van den eersten dag. Palmen verklaart deze daling niet als een teeken van vermindering van het arbeidsvermogen, zij berust hierop, dat men eenige dagen van oefenen noodig heeft, voordat men er aan gewend is, de arbeid uit te voeren, zonder gebruik van accessorische spieren, die bij beginnende vermoeidheid neiging vertoonen mee te gaan werken. Doordat deze hulpspieren geleidelijk uitgeschakeld worden, vermindert eerst de totale arbeidsprestatie, totdat na verloop van eenige dagen door vermeerderde prestatie der werkzame spieren, deze aanvankelijke vermindering is ingehaald. Hierbij komt nog, dat in ongeoefende spieren reeds na geringen arbeid een pijngewaarwording optreedt, die tot remming der functie aanleiding geeft, terwijl deze pijngewaarwording na verkregen oefening achterwege blijft.

De proeven van Palmen zijn, met voor onze beschou-

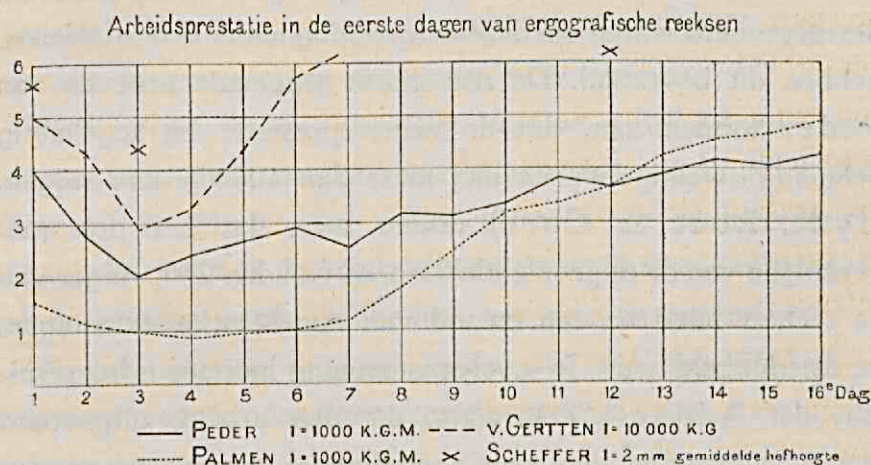
wingen onbelangrijke wijzigingen door Peder¹⁾ herhaald. Bij Peder daalde de totale dagarbeid gedurende de eerste dagen — bij hem drie dagen — belangrijk van 4038 K.G.M. als prestatie van den eersten dag, tot 2048 K.G.M. als prestatie van den derden dag. Peder verklaart deze daling der arbeidsprestatie op gelijke wijze als Palmen en spreekt van een gewennen van de proefpersoon, om de bij beginnende vermoeidheid zich aanbiedende hulpspieren uit te schakelen, (hij heeft in de eerste plaats hierbij de rugspieren op het oog) en eveneens van een remmenden invloed van de in onge-oefende spieren zoo spoedig optredende pijngewaarwording, welke na eenige oefening, achterwege blijft.

Nog andere waarnemingen vertoonen hetzelfde verschijnsel, zoo ook die van v. Gertten²⁾. Deze bestonden uit waarnemingen bij soortgelijke proevenreeksen als die van Peder en van Palmen, echter was bij hem de arbeid isometrisch in tegenstelling met de voorafgenoemden, welke isotonisch waren. Samenvoeging van de totale spanningen der 20 perioden, vormt bij hem de dagspanning, die dus de maat is voor de totale arbeidsprestatie. Ook bij v. Gertten daalt de totale arbeidsprestatie in de eerste dagen en wel van 50366 K.G. als prestatie van den eersten dag tot 29768 K.G. als prestatie van den derden dag. v. Gertten vestigt hierop wel de aandacht, doch geeft van het verschijnsel geen verklaring.

¹⁾ Peder, Neue versuche über die Bedeutung der Übung für die Leistungsfähigkeit der Muskeln. Skand. Arch. f. Phys. Bd. 27 blz. 323.

²⁾ v. Gertten. Über die Einwirkung der Übung auf die Leistungsfähigkeit der Muskeln bei isometrischen Arbeit. Skand. Arch. J. Phys. Bd. 28 blz. 13.

Wij zien dus dat verschillende waarnemingen tot geheel gelijksoortige uitkomsten leiden, uitkomsten, die door ervaringen van het dagelijksche leven worden bevestigd.



B. Na bespreking van de veranderingen op het arbeidsvermogen in het begin der oefenreeksen optredend, zullen we die veranderingen nader beschouwen, die geleidelijk in afmeting toenemend, eerst na eenigen tijd hun grootsten invloed doen gelden.

Als zoodanig noemen wij de uitgesproken vergrooting van het vermogen tot arbeid, die zelfs na een betrekkelijk korte tijd van gewinnen en oefenen tot uiting kan komen. Ervaringen van het dagelijksche leven, leveren hiervoor het bewijs, men denke slechts aan de zeer groote hoeveelheid arbeid, die door den getrainden sportsman kan worden voortgebracht. Zoo vond Scheffer ¹⁾ dat na een oefenreeks van

¹⁾ Dr. J. C. Th. Scheffer, Studien über den Einfluss des Alcohols auf die Muskelarbeit. Arch. f. experiment. Path. u. Pharmacol, Bd XLIV blz. 24.

twee maanden een vermeerdering van ergographischen arbeid met 60 % was opgetreden, niettegenstaande hij bij den aanvang van zijn oefeningen reeds een zekere geoefendheid voor de uit te voeren arbeid had. Waarnemingen gedaan bij proeven, die uitgevoerd waren om deze vergrooting nader te bestudeeren, hebben dit bevestigd. De reeds meer genoemde proeven van Peder toonen aan, dat de arbeidsprestatie bij regelmatig oefenen in weinige weken met meer dan 1000 % kan stijgen. Hyde, Root en Curl¹⁾ deelen mee, dat het prestatievermogen van de ongeoefende flexoren van den 2den vinger van de rechter hand na een maand van dagelijksche oefeningen, verdriedubbeld was. In overeenstemming hiermee is het resultaat dat Adducio²⁾ bereikte, die den arbeid, uitgevoerd met de buigspieren van den middelvinger in een maand van oefenen kon opvoeren van 3.531 K.G.M. tot 8.877 K.G.M.

Een merkwaardigheid omtrent deze arbeidsvermeerdering wordt door Hellsten³⁾ besproken. Hellsten wijst erop, dat records van verschillende mensen in verschillende landen en onder verschillende tijden gemaakt, in het algemeen slechts zeer weinig van elkaar verschillen. Hij noemt hierbij als voorbeelden, records van hardrijders op schaatsen en van wielrenners en komt tot de conclusie, dat het schijnt alsof men tenminste op sommig gebied een maximaal arbeids-

¹⁾ Hyde, Root and Curl. A Comparison of the Effects of breakfast, of no breakfast and of caffeine on work in an athlete and a non-athlete. Amer. Journ. of Phys. vol. 43, pag. 371.

²⁾ Mosso u. Maggiora, Ueber die Gesetze der Ermüdung. Arch. f. Anat. und. Phys. 1890.

³⁾ Hellsten. Über die Einwirkung der Übung auf die Leistungsfähigkeit des Muskels bei isometrischen Arbeit. Skand. Arch. f. Phys. Bd. 19, blz. 218.

vermogen van bepaalde spiergroepen benaderd heeft. Zijn eigen waarnemingen, die geschied zijn bij proefpersonen, die onderling wat betreft algemeene lichaamsconstitutie en spierontwikkeling zeer verschillend waren, ondersteunen deze conclusie, al moet hier aan toegevoegd worden, dat het aantal van zijn waarnemingen niet groot is te noemen.

Deze vermeerdering van het vermogen om arbeid voort te brengen, dient nader beschouwd te worden en hierbij rijst allereerst de vraag, van welke factoren de vermeerdering afhankelijk is. Aan de hand van eenige reeksen waarnemingen, zal deze vraag nader onder het oog worden gezien.

Hiertoe wenden wij ons nader tot die van Palmen. Palmen voerde dagelijks eenige reeksen van isotonische oefeningen uit, die bestonden uit het heffen met den arm van een constanten last van 30 K.G., aan den ergograaf van Johansson, op de twee secunden maat van een metronoom. Deze heffingen werden zoolang voortgezet, totdat zij tengevolge van vermoeidheid minimaal geworden waren. Dan werd een rustperiode van drie munuten doorgemaakt en vervolgens weder opnieuw met de bewegingen begonnen, totdat ze andermaal door vermoeidheid eindigden. Aldus werden dagelijks 20 perioden van oefeningen uitgevoerd. Palmen deelt mee, bij den aanvang van zijn oefeningen slechts matige spierontwikkeling te hebben gehad, en vooraf geen training te hebben ondergaan, verder de oefeningen onder zooveel mogelijk gelijke omstandigheden (zooals voeding en beweging) te hebben uitgevoerd.

Na eenige weken werden de oefeningen, wat rythmus en belasting betreft, op sommige dagen gewijzigd; echter werden

tusschen deze dagen andere ingevoegd, waarop den rythmus en belasting der bewegingen gelijk waren, aan die bij het begin der proefreeks.

Gaan wij de uitkomsten der aldus uitgevoerde oefeningen na, dan treft eene sterke vermeerdering der dagelijksche prestatie in enkele weken van oefenen. Deze vermeerdering treedt niet geleidelijk op, in den aanvang is zij zeer groot, na verloop van eenigen tijd, is zij maar betrekkelijk gering te noemen.

Ten einde nu de factoren te leeren kennen, die aan deze vermeerdering ten grondslag liggen, vergelijken wij de grootte der totale arbeidsprestatie van bepaalde tijdvakken van den werkdag, waarbij wij den werkdag volgens de voorafgaande beschrijving indeelen in 20 perioden. Wij vinden hierbij steeds de prestatie in den aanvang (dus in de 1^{ste} der 20 perioden) van eenzelfde dag het grootst. In den eersten tijd der oefenreeks daalt de prestatie later op den dag eerst snel, totdat zij bij de 6^e periode opgevolgd wordt door een tijdperk, waarin de prestatie gedurende de rest van den arbeidsdag konstant blijft. In de latere dagen der oefenreeks vertoonen de prestaties van dezelfde tijdvakken van den werkdag een ander beeld. Allereerst is de prestatie in het begin der werkdag veel grooter dan aanvankelijk in de reeks. Echter daalt de prestatie verder op den dag nu veel minder snel. Reeds bij de 2^e periode is nu soms het tijdstip bereikt, waarop de prestatie gedurende het verdere verloop van den arbeid constant is.

Palmen besluit uit zijne waarnemingen, dat door de oefening niet alleen de absolute prestatie toeneemt, hetwelk

blijkt uit de toename der prestaties der eerste perioden der verschillende dagen; echter ook dat door de oefening het vermogen ontstaat om den arbeid langeren tijd vol te houden, hetgeen volgt uit de waarden der tijdvakken later op den dag, die aan het einde der oefenreeks steeds meer de waarden der eerste perioden van eenzelfde dag gaan naderen.

De waarnemingen in de proeven van Palmen omtrent het aantal der contracties in de verschillende perioden, waarin wij wederom den werkdag verdeelen, leiden tot gelijksoortige conclusies, gelijk door de volgende korte samenvatting wordt geïllustreerd.

Het aantal contracties der eerste periode, is weder voor iederen dag het grootst van alle perioden. In de loop der dagen stijgt dit aantal contracties der eerste periode, in het begin snel, later langzaam.

Eveneens stijgt het aantal der contracties de volgende perioden steeds meer, in vergelijking tot dat der eerste periode van denzelfden dag, zoodat hoe verder wij in de oefenreeks komen, hoe meer het aantal contracties der eerste periode genaderd wordt.

De resultaten der waarnemingen van Palmen zijn door Peder ¹⁾ aan nieuwe proeven getoetst. Peder richtte daartoe zijn proeven op gelijksoortige wijze in als Palmen, echter met een enkele afwijking. Zoo was bij Palmen de last waarmee gearbeid werd 30 K.G., bij Peder echter kleiner en wel 25 K.G. Dan werden bij de proeven van Palmen na den 23^{sten} oefendag de proeven gewijzigd, terwijl Peder

¹⁾ Peder, Neue versuche über die Bedeutung der Übung für die Leistungsfähigkeit der Muskeln. Skand. Arch. f. Phys. Bd. 27 blz. 323.

steeds, van den aanvang tot het einde van zijn proeven, dezelfde oefeningen met denzelfden last uitvoerde. Peder deelt evenals Palmen mede, bij den aanvang van zijn oefeningen, slechts matige spierontwikkeling te hebben gehad. De resultaten van Peder wijken in sommige opzichten af, van die van Palmen. Deze verschillen zullen allereerst onder het oog worden gezien en worden gevolgd door een bespreking der punten, waarop beide proevenreeksen tot gelijksoortige conclusies komen.

Bij Peder neemt de totale dagprestatie, dagelijks tot het einde der proefreeks geleidelijk toe, terwijl bij Palmen deze prestatie in den aanvang snel later echter maar matige toename vertoonde. Peder verklaart dit verschil uit de wijzigingen, die Palmen na den 23^{sten} dag in zijne oefeningen aanbracht. Veelal werkte hij toen met grootere belastingen, die wel een grootere krachtsinspanning vereischten, doch waarbij de arbeidsproductie in evenredigheid kleiner werd.

Een ander beeld gaven eveneens de verhoudingen der producties der verschillende perioden van eenzelfden dag.

De verdeeling van den werkdag in 20 perioden is gelijk aan die bij Palmen.

Bij Palmen was, gelijk werd meegedeeld de productie der eerste periode steeds de grootste. Na eenige perioden, waarin de productie daalde, volgden perioden, waarin de arbeidsperiode vrij konstant was te noemen. Bij Peder hield dit dalen der prestaties der perioden van eenzelfden dag echter steeds aan, zoodat er bij zijn proeven geen sprake kon zijn, om te spreken van een konstante arbeidsprestatie na een zekere periode. Het vermogen om den arbeid lan-

geren tijd vol te houden, komt bij de waarnemingen van Peder dus lang niet zoo uitgesproken tot uiting, als bij die van Palmen.

Echter komt Peder op grond van zijn waarnemingen, evenals Palmen, tot de eindconclusie, dat tengevolge van oefening het vermogen om den arbeid langeren tijd vol te houden, wel degelijk stijgt. Teneinde dit te bewijzen, zocht Peder van elken dag de periode op, waarin de minste arbeid geleverd werd en bepaalde de procentische verhouding ervan tot de periode, waarin de meeste arbeid, dienzelfden dag, werd gepresteerd. Terwijl in de eerste dagen van de proefnemingen, dit percentage zeer klein was, steeg het percentage in de volgende dagen belangrijk. Zoo was het minimum op den eersten dag slechts 11 % van het maximum, op den tweeden dag 18 %, op den derden dag 40 %, tot dat na vier weken lang geoefend te hebben, gemiddeld een percentage van 63 werd bereikt. Hieruit is af te leiden, dat de vermeerderde arbeid, die bij oefening optreedt, voor een deel te danken is aan de verworven eigenschap om de verhoogde arbeidsprestatie langeren tijd vol te houden.

Peder berekende de uitkomsten der proeven van Palmen op gelijke wijze en kwam tot geheel overeenstemmende resultaten gelijk onderstaand diagram illustreert.

In overeenstemming hiermee zijn de waarnemingen van Scheffer,¹⁾ die, verricht geruimen tijd vóór die van Peder

¹⁾ Scheffer. Studien über den Einfluss des Alcohols auf die Muskelarbeit. Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmakol. Bd. XLIV. blz. 24.

en Palmen, betrekking hadden op oefeningen uitgevoerd met den middelvinger der linkerhand. Scheffer liet den arbeidenden vinger op een tweeseconden maat een last van 5 K.G. 150 maal heffen; na een rust van 5 minuten werden wederom 150 heffingen met gelijk tempo uitgevoerd en tenslotte werd na een tweede rust van 5 minuten een derde reeks heffingen uitgevoerd, gelijk aan de voorafgaande, echter

Procentische verhouding van de kleinste arbeidsperiode uitgedrukt in de grootste arbeidsperiode van den zelfden dag



met een last van 6 K.G. De proeven werden vrijwel dagelijks uitgevoerd, op sommige dagen werd echter een bepaald quantum alcohol bij den aanvang der proeven genuttigd. Bij onze beschouwingen zullen wij slechts de „alcohol vrije dagen” nader onder het oog zien en deze „alcohol dagen” laten rusten.

De uitkomsten van de oefeningen heeft Scheffer in 3 reeksen van getallen samengevat, voor ieder der 3 perioden

een reeks. Elke reeks bevat de gemiddelde hefhoogte der 150 contracties van elken dag.

Berekening geeft als gemiddelden voor de 3 perioden der eerste vijf dagen respectievelijk

13.38	12.14	7.18
-------	-------	------

voor de laatste vijf dagen van de reeks zijn deze gemiddelden

22.03	21.07	16.58
-------	-------	-------

Deze cijfers toonen aan, dat de gemiddelde hefhoogte der eerste periode steeds voor elken dag het grootst is. In het begin der proefreeks is de gemiddelde hefhoogte der 3de periode 53.3 % van die der eerste periode, terwijl aan het einde der proefreeks dit percentage 66.1 % bedraagt. In den loop der oefening ontwikkelt zich hier dus ook het vermogen om den arbeid langeren tijd vol te houden.

Neemt men in aanmerking, dat de proefreeks niet continu werd voortgezet, doch dat de „alcohol dagen” in zekeren zin een onderbreking vormen en dat de cijfers steeds betrekking hebben op gemiddelden van 150 heffingen, waardoor groote verschillen reeds minder tot uiting kunnen komen, dan zien we het vermogen om de taak langeren tijd vol te houden, in deze oefenreeks positief toenemen.

In verband met de reeds besproken proeven van Palmen en Peder, dienen eveneens die van v. Gertten vermeld te worden. v. Gertten deed eveneens reeksen van oefeningen, die echter in tegenstelling met de zoo juist genoemden, isometrisch waren. Hij voerde de oefening uit, terwijl aan de ergograaf, in plaats van het gewicht, een zeer krachtige veer werd aangebracht. De oefeningen bestonden, gelijk werd opgemerkt, uit het zoo krachtig mogelijk spannen dezer veer. De

afstand, die daarbij werd afgelegd, was zeer gering. Aldus werden dagelijks reeksen van oefeningen gemaakt, waarvan de indeeling gelijk was aan die van Palmen en van Peder. v. Gertten geeft aan, dat deze isometrische oefeningen veel meer krachtsinspanning vereischten, dan de isotonische oefeningen. Tijdens zijne oefeningen ontstonden dan ook meermalen rupturen van de volaire handhuid en eveneens ruptuur in de musculus pectoralis major. Dit had tengevolge dat de oefeningen veelal onderbroken en uitgesteld moesten worden, en dat waar dit niet gebeurde tengevolge van de pijn der ontstane verwondingen, zij een onvolledig inzicht gaven van de invloed der oefening. De cijfers van v. Gertten waren dan ook lang niet volledig en gaven daardoor tot geen scherp omlijnde conclusies aanleiding. Wel kan worden meegedeeld, dat voorzoover de reeks zich tot meer globale conclusies leende, deze in overeenstemming bleken, met die van Palmen, Peder en Scheffer; met name toonde ook de reeks van v. Gertten tengevolge van oefening een toename van het vermogen om de verhoogde arbeidsprestatie langeren tijd vol te houden.

Voorafgaande bladzijden hebben aan de hand van uitkomsten in de litteratuur vermeld, een beschouwing gegeven, omtrent de wijzigingen, die tengevolge van oefening ontstonden in het vermogen om arbeid te produceeren. Na deze vraag rijst echter een tweede, omtrent de stabiliteit van deze wijzigingen in de arbeidspeductie, nadat de oefeningen gestaakt worden. Wij kunnen ons namelijk voorstellen, dat deze verhoogde en veranderde productie langeren tijd nog blijft

voortbestaan en evenzeer dat er een tijd komt, waarop de productie wederom het oorspronkelijk niveau zal hebben bereikt, van den tijd, die aan de gewenning en oefening vooraf ging. Practisch nut, we denken hierbij aan den arbeid in de moderne fabrieken, waarbij de geoefendheid tot een bepaalden arbeid, veelal een belangrijke rol speelt, is zeker aan een beschouwing dezer vragen verbonden. Experimenteel is de vraag echter slechts weinig onder de oogen gezien. In dit verband dienen genoemd te worden de reeds aangehaalde proeven van Peder. Peder heeft na het eindigen van zijn proefreeks van 52 dagen een quantitatief onderzoek verricht, omtrent de stabiliteit der door de oefening verworven wijzigingen in de arbeidsproductie. Daartoe voerde hij de oefeningen, die hij tijdens zijn reeks dagelijks had uitgevoerd, na het einde ervan, gedurende 5 weken $1 \times$ per week uit, dus met een interval van 7 dagen, daarna gedurende 10 weken $1 \times$ in de 2 weken, dus met een interval van 14 dagen, tenslotte nog $1 \times$ met 2 maanden en $2 \times$ met 1 maand interval.

Het bleek nu dat de dagelijksche arbeidsproductie na een rust van 1 week, een daling onderging van 42.7%. De volgende weken bleek deze daling echter niet te zijn toegevoegd. De oefeningen met een interval van 7 dagen waren dus instaat, om de door de oefenreeks verworven verhoogde arbeidsproductie, voor ongeveer 50 % te stabiliseeren.

Werden de oefeningen eenmaal in de 2 weken herhaald, was het interval dus 2 weken groot, zoo bleek daardoor de verhoogde arbeidsproductie voor ongeveer 37 % gestabiliseerd en evenzoo was dit percentage 29 % indien het interval 1 maand bedroeg. Peder concludeert hieruit, dat oefeningen

die met groote intervallen worden uitgevoerd, in staat zijn, de verworven verhoogde productie, voor een aanzienlijk deel te stabiliseeren.

Interessante gegevens bevatten de uitkomsten van Peder, aangaande de factoren, die aan deze stabilisatie ten grondslag liggen. Daartoe werden de prestaties der verschillende perioden afzonderlijk beschouwd. Dit toonde aan, dat de prestaties der eerste periode van iederen dag de grootste was, eveneens dat deze prestatie in vergelijking met de prestatie der eerste periode van den laatsten dag der oefenreeks (welke het maximum was van de geheele oefenreeks) laatst genoemde dikwijls belangrijk in grootte overtrof. Aangezien nu de totale dagprestatie reeds na een rust van 1 week aanmerkelijk daalde, gelijk werd meegedeeld, terwijl de prestatie der eerste periode na een even groote rust geen daling vertoonde, dikwijls zelfs een belangrijke stijging, dient deze daling der totale dagprestatie zijne oorzaak te hebben, in een afname van de verworven eigenschap om den arbeid langen tijd vol te houden. Dit bleek dan ook inderdaad uit de cijfers der oefeningen van Peder. Bij het einde der oefenreeks, dus op de 52^{sten} dag, was de productie der periode, die den minsten arbeid had verricht, 69 % van de productie der periode met den grootsten arbeid. Reeds na een rust van 1 week was dit percentage gedaald met 20 %, terwijl bij de volgende oefeningen het percentage wisselde van 37 % tot 16 %, met een gemiddelde van 24 %. Nadat de oefeningen gestaakt worden, daalt dus zeer spoedig de verhoogde productie; deze daling vindt haar oorzaak in een afname van het vermogen om de verhoogde prestatie langen tijd vol te houden.

Een andere invloed van gewennen en oefenen dient echter ook ter sprake te komen, namelijk de invloed op het natuurlijk rythme der spiercontracties. Wij beschouwen daartoe de waarnemingen van Hill¹⁾ over spiercontracties. Hill beziet de spiercontractie uit het oogpunt van omzetting van energie.

Bij de spiercontractie wordt een deel van de vrijkomende potentieele energie omgezet in mechanische energie, terwijl een ander deel, — die o.a. dient om de inwendige wrijving, ontstaan tengevolge van de vormverandering van de zich contraheerende spiermassa, op te heffen, — als warmte voor den dag treedt. Heeft de spiercontractie snel plaats, dan wordt de spiermassa door de vormverandering sterk beïnvloed. Er dient nu veel inwendige wrijving overwonnen te worden, de omzetting van de potentieele energie heeft dus plaats ten gunste van de warmte-ontwikkeling en in mindere mate voor de mechanische energie. Indien de spiercontractie echter langzaam uitgevoerd wordt en slechts geleidelijk een vormverandering bij de spier teweeg brengt, heeft de omzetting der potentieele energie meer ten gunste der mechanische energie plaats. Ook dit heeft echter zijn grenzen, wordt de contractie te langzaam, dan treden andere physiologische processen op, welke dienen om de contractie in stand te houden en die zelf potentieele energie voor hun taak benutten.

Hieruit volgt, dat er een zekere contractie-snelheid bestaat, die in staat is om een zoo groot mogelijk deel der potentieele energie in mechanische energie om te zetten. Wordt deze

¹⁾ H. V. Hill. The maximum work and mechanical efficiency of human muscles, and their most economical speed. The Journal of Physiologie. 1922. vol. LVI. pag. 19.

snelheid grooter of kleiner dan heeft de spiercontractie met ontwikkeling van eene geringe hoeveelheid mechanische energie plaats. Hetzelfde geldt voor een reeks van regelmatige spiercontracties, en hierbij kunnen we spreken van een zeker rythme, dat in staat is om de energie-omzetting zoo economisch mogelijk te doen plaats hebben.

Deze snelheid en dus ook dit rythme, waar het een reeks van contracties geldt, wordt door gewenning en oefening gewijzigd. De wijziging berust op een vermindering der inwendige wrijving in de spiermassa. De potentieele energie, die bij de spiercontractie vrij komt, wordt daardoor in mindere mate omgezet in warmte en in meerdere mate in mechanische energie. Ook nu bestaat er een zekere snelheid en een zeker rythme, dat het meest economisch is voor de energie-omzettingen, doch deze zijn grooter dan in de ongeoefende spier.

HOOFDSTUK III.

DE INVLOED VAN GEWENNEN EN OEFENEN OP DE LICHAMELIJKE FUNCTIES IN HET ALGEMEEN.

Noodwendig verleen en vele lichamelijke functies hunne medewerking bij het tot stand komen van spierarbeid. Immers, onze spieren zouden slechts korten tijd tot arbeid in staat zijn, indien onze ademhaling en bloedsomloop niet voortdurend voor den aanvoer van geschikte stoffen zorg droegen en indien dezelfde bloedsomloop en onze excretieorganen niet geregeld de verbruikte stoffen uit het lichaam verwijderden.

Tijdens gewennen en oefenen treden bij den proefpersoon vele typische verschijnselen op. Voor een deel zal men hierbij kunnen spreken van het allengs in evenwicht komen van het organisme met nieuwe ongewone voorwaarden, bevorderend of belemmerend in de omgeving; voor een deel van wijziging der functies, met het zeer bepaalde doel, om een vergemakkelijking van het tot stand komen der functies of een grooter uitwerking ervan te verkrijgen. Eenige dezer verschijnselen zullen achtereenvolgens nader worden beschouwd.

1. Bij het doormaken van regelmatige spieroefeningen treden veranderingen in de frequentie van den pols op. Deze veranderingen blijken niet slechts tijdens den arbeid en direct na het einde ervan zich te openbaren, doch eveneens bij

rust. In alle gevallen is de vermindering der frequentie bij toenemende oefening het kenmerkende verschijnsel. Zoo deelt Lindhard¹⁾ mede, dat door „oefening of training” een vermindering van de polsfrequentie tijdens de rust optreedt, terwijl Dirken²⁾ hetzelfde feit constateert: „Le fait le plus remarquable dans tout ceci est l'abaissement de la fréquence du pols, au repos pendant la période de l'entraînement”.

Na den arbeid herstelt de, door haar verhoogde, frequentie zich spoediger tot het rustniveau, indien er reeds van oefening sprake is. Allbutt³⁾ drukt dit als volgt uit: „On the whole the acceleration (of the pulse) is much more moderate in trained persons, and passes off sooner”, terwijl Dr. Baelz⁴⁾ meedeelt, dat een Japansche koelie een „rickshaw” (= tweewielig wagentje) 50 mijlen zonder stoppen kan voorttrekken en dat onmiddellijk daarna de pols tot zijn normale frequentie terug komt.

Hoe verder de oefening is gevorderd, hoe meer tijdens den arbeid een vermindering van de stijging der polsfrequentie te bespeuren is. Zoo geeft van den Berg⁵⁾ in zijn dissertatie een voorbeeld, dat een geroutineerde wielrijder wat betreft

¹⁾ J. Lindhard. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 161. pag. 382.

²⁾ M. N. J. Dirken. Arch. Néerlandaises, Tom V, blz. 512. 1921.

³⁾ Allbutt. A. System of Med. by Allbutt and Rolleston. Vol. VI. blz. 216.

⁴⁾ Idem. blz. 218.

Zie verder: Florence Buchanan. The Physiological Significance of the pulse rate. Trans. Oxford Univ. Scient. Club. No. 34, pag. 351
Gasser and Meek. A study of the mechanism by which muscular exercise produces acceleration of the heart. Amer. Journ. of Physiol. Vol 34. pag. 48.

⁵⁾ A. H. v. d. Berg. Over den invloed van het wielrijden op de werking van het hart, Diss. Utrecht. 1906. blz. 101.

zijn polsfrequentie zeer weinig invloed ondervindt na een zeer snellen en langen rit.

Meer vaag is de mededeeling van Christ ¹⁾, op grond van proeven, dat de frequentie van den pols bij vermeerdering van arbeidsprestatie toeneemt, doch dat de werking van deze factor niet gelijkmatig is.

Staehelin ²⁾ ziet bij zijn proeven in vele gevallen een meer of minder groote afname van polsfrequentie, doch niet regelmatig en niet duidelijk genoeg om daarin een hoofdwerking voor de oefening van het hart te kunnen zien. Duidelijker ziet hij de invloed der oefening direct na den arbeid in een spoedige daling der polsfrequentie.

Ook Peder heeft bij zijn reeds meer aangehaalde isotonische proeven eveneens gegevens omtrent het beloop der polsfrequentie verzameld. Hij bepaalde daartoe de polsfrequentie elken dag bij het begin van zijn proeven en verder bij het einde van elke der 20 perioden. Het bleek dat de frequentie van het begin tot de 3e periode snel toenam, dan verder als regel vrij constant bleef en slechts een enkele maal, bij de laatste perioden een geringe daling vertoonde. In de eerste dagen van de proefreeks, toen de gepresteerde arbeid nog gering was, was de toename der polsfrequentie tijdens de oefening maar matig, zoo de 4e dag 11 slagen per minuut. Gedurende de vijf volgende dagen stijgt dit getal tot een maximum van 31 slagen per minuut om dan in het verdere verloop van de oefenreeks vrij constant

¹⁾ H. Christ. *Über den Einfluss der Muskelarbeit auf die Herzthätigkeit*. J. D. Basel. 1894.

²⁾ Staehelin. *Deutsch. Arch. f. Klin. Med.* Bd. 59 blz. 95 en blz. 96.

gedurende de dagelijksche oefening van 20 tot 30 slagen per minuut te stijgen. Bij de oefeningen, die Peder op zijn oefenreeks van 52 dagen liet volgen, teneinde de stabiliteit der veranderingen in de arbeidsproductie na te gaan, die werden uitgevoerd met groote intervallen, van 1 week tot 2 maanden, deed Peder eveneens bepalingen van de polsfrequentie en het bleek dat bij deze oefeningen de polsfrequentie, tijdens den arbeid belangrijk meer toenam. Was bij de regelmatige proefreeks het maximum der stijging 31 slagen per minuut geweest, nu was dit getal tot 52 gestegen.

Peder concludeert uit deze waarnemingen, dat door dagelijks oefenen steeds grootere hoeveelheden arbeid kunnen verricht worden, terwijl de polsfrequentie betrekkelijk geringe stijging vertoont, doch dat na het achterwege blijven van deze oefeningen de stijging grooter wordt en dus het vermogen om de polsfrequentie op laag peil te houden, spoedig verloren gaat.

Ook v. Gertten heeft bij zijne reeds genoemde proefreeks, bepalingen van de polsfrequentie uitgevoerd. Gememo-reerd dient te worden, dat zijne isometrische proeven veel meer krachtsinspanning vereischten, dan de isotonische proeven van Peder. v. Gertten bepaalde de polsfrequentie voor en na elke arbeidsperiode en kreeg daardoor voor elken dag twee series van cijfers, een die de frequentie aangaf bij het begin van elke periode en een die de frequentie aangaf na het einde ervan. Het bleek nu dat beide series van cijfers, waarvan de tweede ten opzichte van de eerste op een hooger niveau stond, in de loop der dagelijksche oefeningen daalden. Deze daling was in de eerste dagen der oefenreeks grooter

dan in de latere dagen. Verder bleek, dat de cijfers, die de frequentie voor en na de eerste periode aangaven, in de loop der oefenreeks, eveneens een daling ondergingen. Daardoor kwamen dus de beide series van de latere dagen, in hun geheel op een lager niveau te staan, dan die der eerste dagen.

v. Gertten spreekt zijn conclusie, die in overeenstemming blijkt te zijn met die van Peder aldus uit: „Wir haben hier eine, wie mir scheint, sehr deutliche Illustration zu der Tatsache, dasz infolge der Übung die Zunahme der Pulsfrequenz bei der Arbeit immer kleiner wird, und zwar findet dies nicht allein dann, wenn die Übung eine längere Reihe von Tagen gedauert hat, sondern auch bei einem einzelnen Versuch in dessen späteren Perioden statt. Trotz der immer wieder fortgesetzten Arbeit schlägt das Herz langsamer, und findet dadurch die Möglichkeit, den Anforderungen des arbeitenden Körpers länger als es ihm sonst möglich wäre, zu genügen.“

Hedvall ¹⁾ komt op grond van eigen isotonische proeven tot soortgelijke uitkomsten als v. Gertten en vindt dat een bepaalde belasting een groote of kleine polsversnelling veroorzaakt, alnaar mate de betrokken spieren geoefend zijn of niet en ook Tigerstedt ²⁾ ondersteunt bovengenoemde uitspraken met de volgende woorden: „Bei fortschreitender Übung sinkt die Pulsfrequenz nach dem während der Arbeit erreichten Maximum immer schneller auf ein verhältnismässig niedriges Niveau herab“.

¹⁾ Hedvall, Zur Kenntnis der Ermüdung und der Bedeutung der Übung für die Leistungsfähigkeit der Muskeln (Acad. Abhandlung).

²⁾ Tigerstedt, Die Physiologie des Kreislaufes Bd II blz. 456.

2e. Omtrent de invloed van regelmatige spieroefeningen op het verhouden van de arterieele bloedsdruk zijn de gegevens zeer verschillend. Sommige auteurs zien bij hun experimenten geen invloed, anderen daarentegen gewagen van een duidelijk merkbare verandering. Als voorbeeld van de eerste, geven wij de volgende uitspraak van Dirken: ¹⁾ „On n'observe rien d'une influence de l'entraînement sur la pression du sang.”

Wat de uitkomsten betreft van hen, die wel een invloed vinden, zoo zijn deze niet allen van gelijken aard. Enkele hiervan zullen nader worden besproken.

Peder bepaalde bij zijn reeds aangehaalde proefreeks de arterieele bloedsdruk (met behulp van de manometer van Riva-Rocci en van Recklings-hausen met breede manchet) voor en na den arbeid en vond daarbij de nevenstaande getallen.

De eerste 10 dagen der reeks, dus de eerste 5 waarnemingen in de tabel, gaven een gemiddelde daling van den bloedsdruk van voor tot na den arbeid van 8.2 m.m. kwik.

De laatste 10 dagen der dagelijksche oefenreeks, in de tabel de waarnemingen van 31 XII tot en met 9 I, gaven een gemiddelde daling van den bloedsdruk, van voor tot na den arbeid van 2.6. m.m. kwik, terwijl de gemiddelde daling, van voor tot na den arbeid, bij de oefeningen met groot interval, die uitgevoerd waren om de stabiliteit der resultaten der oefening te onderzoeken, 8 m.m. kwik bedroeg.

Peder voegt aan zijn tabel slechts toe, dat op een enkele uitzondering na, de arterieele bloedsdruk voor den arbeid,

¹⁾ M. N. J. Dirken, Les Echanges Gazeux dans le canotage, Arch. Neerlandaises Tome V 1921 blz. 511.

hooger is dan na den arbeid. De berekening van bovengenoemden gemiddelden, schijnt er op te wijzen, dat bij het voortschrijden der oefeningen deze daling neiging heeft om kleiner te worden, benevens dat na het beëindigen der

Datum	Bloedsdruk voor en na arbeid		Datum	Bloedsdruk voor en na arbeid	
19 XI	124	114	21 XII	121	112
21 "	116	108	22 "	119	116
23 "	118	108	24 "	126	123
24 "	122	116	26 "	128	118
26 "	119	112	28 "	122	117
28 "	118	109	29 "	124	120
30 "	124	108	31 "	116	108
1 XII	118	106	2 I	116	114
3 "	118	112	5 "	120	120
5 "	121	112	7 "	121	118
7 "	118	111	9 "	122	122
10 "	126	116	17 "	128	114
12 "	134	116	24 "	120	117
14 "	114	108	31 "	122	115
15 "	128	112	7 II	128	115
17 "	126	114	16 "	120	110
19 "	123	112	31 "	117	110

regelmatige oefeningen, deze daling gedurende den arbeid spoedig weder tot het oorspronkelijke peil terugkeert.

Ook v. Gertten heeft bij zijne isometrische proeven (die, gelijk werd meegedeeld meer krachtsinspanning vereischen dan isotonische proeven), met behulp van den manometer van Riva - Rocci en van Rechlingshausen, de arterieele bloedsdruk voor en na den arbeid bepaald. Zijn cijfers, die

echter gelijk hij meedeelt te weinig omvangrijk waren, om positieve gegevens uit te putten, toonden aan dat in het begin der proefreeks de arterieele bloedsdruk constant lager was na den arbeid, dan voor den arbeid, terwijl in de latere arbeidsdagen, de arterieele bloedsdruk voor en na den arbeid van gelijke grootte was.

Hedvall¹⁾ komt door zijn waarnemingen uitgevoerd bij isotonische proeven, tot resultaten die van die van Peder verschillen. Hij gebruikte eveneens de manometer van Riva-Rocci en v. Reclingshausen en vond in afwijking met de uitkomsten van Peder, dat de arterieele bloedsdruk na den arbeid als regel hooger was, dan voor den arbeid; slechts op de eerste dagen daalde de bloedsdruk tijdens den arbeid een weinig. Zoo gaf het gemiddelde van het verschil van voor en na den arbeid der eerste 10 dagen een stijging van 1.8 m.m. kwik; het gemiddelde der laatste 10 dagen een stijging van 8 m.m. kwik. De oefeningen, die Hedvall uitvoerde, vertoonden echter groote verschillen met die van Peder, verschillen, die wel de oorzaak kunnen vormen, voor het ongelijk verloop der arterieele bloedsdruk gedurende den arbeid. De belasting bij de proeven van Hedvall, was belangrijk grooter dan die van Peder, daarbij werd bij Hedvall gedurende de reeks, deze belasting aan wijzigingen onderworpen. Dan voerde Peder zijn arbeid steeds met denzelfden arm uit, terwijl Hedvall om beurten met zijn linker en rechter been de oefeningen verrichtte. Zeker kunnen deze verschillen van beteekenis zijn, bij het opsporen van

¹⁾ Hedvall. Zur Kenntnis der Ermüdung und der Bedeutung der Übung für die Leistungsfähigkeit der Muskeln. (Acad. Abhandlung.)

de oorzaken, die tot het verschillend verloop van den bloedsdruk aanleiding gaven en lijkt het niet noodig daartoe een verschillend reageeren der proefpersonen aan te nemen. Als mogelijke oorzaak voor het verschillend verhouden der bloedsdruk verdient de aandacht, het feit dat Peder zijne oefeningen uitvoerde met den arm, waarvan aan te nemen is, dat de natuurlijke geoefendheid voor spierarbeid gering zal zijn, terwijl Hedvall met beide beenen zijn arbeid verrichtte, dus met spieren die door hun dagelijksche functie, van nature reeds een belangrijke mate van geoefendheid voor spierarbeid zullen bezitten.

Het is interessant dat waarnemingen bij geheel ander soort van oefeningen verricht, tot gelijkkluidende uitkomsten aanleiding gaven. Als zoodanig zijn de mededeelingen van Pembrey en Todd¹⁾ nadere beschouwing waard. Deze lieten twee personen, waarvan de eene in getrainde conditie was en de andere in ongetrainde, gedurende een halve minuut zoo snel mogelijk een trap op en af loopen. Bij beiden ontstond een uitgesproken hyperpnoea. Nu werd bij de twee proefpersonen o.a. de bloedsdruk bepaald en wel voor het begin van de manoeuvre, direct na het einde ervan en ten slotte nog na verloop van vijf minuten.

De resultaten werden door de waarnemers aldus onder woorden gebracht: „The blood-pressure showed in the former (= the well trained man) a smaller rise and a more rapid

¹⁾ Pembrey and Todd. The influence of Exercise upon the pulse and blood pressure. Proc. Phys-Soc. in J. of Phys. vol. 37 pag. LXVI.

Zie ook: Martin, Gruber and Lanman. The body temperature and pulse-rate in man after muscular exercise. Amer. Journ. of Phys. vol 35, pag. 211.

recovery than in the case of the untrained man, whose blood-pressure often fell below the normal after five minutes rest."

3e. De veranderingen van het hart volumen bij gewennen en oefenen schijnen over het algemeen genomen niet zeer belangrijk te zijn. Men krijgt den indruk, dat het hart aan de gewijzigde voorwaarden aanpassing zoekt, niet zoozeer door een vermeerdering van het volumen, als wel door veranderingen in de functie. Enkele gegevens wijzen er echter op, dat volumen veranderingen niet geheel afwezig zijn. Zoo neemt men over het algemeen aan, dat dieren, die veel bewegingen maken, relatief grootere harten bezitten dan dieren die weinig bewegingen uitvoeren. Volgens Nicolae en Zuntz¹⁾ is het een bekend feit, dat in het normale geval, het volumen van het hart in een zekere verhouding staat tot dat van de skelet musculatuur.

Peder heeft bij zijn oefenreeks de volumen veranderingen nagegaan aan de hand van röntgenphoto's. Het bleek dat de grootte van het hart na een oefentijd van 3 weken een weinig was toegenomen. In het verdere verloop der oefenreeks vermindert echter het volumen, zoodat bij het einde ervan, het hart zelfs kleiner is, dan bij den aanvang der reeks.

4e. In aansluiting met de juist besproken functies van het circulatie apparaat, dient ook het slagvolumen van het hart

¹⁾ Nicolae und Zuntz. Berl. klin. Wochenschrift 1914 blz. 821.

Zie ook: Hirsch, Ueber, die Beziehungen zwischen der Herzmuskel und Körpermusculatur. Deutsch Arch. f. klin. Med. vol 64, pag. 597.

genoemd te worden. Ook dit ondergaat tengevolge van training een wijziging in dien zin, dat bij het verrichten van een gelijken hoeveelheid arbeid, het slagvolumen van den getrainden grooter is dan van den ongetrainden. Indien wij echter het minutenvolumen evenzoo vergelijken, vinden wij dat niet tegenstaande het groote slagvolumen, het minuten-volumen bij den getrainden kleiner. Na training stelt een zekere hoeveelheid arbeid dus aan het circulatie apparaat minder groote eischen dan voor dien tijd. ¹⁾

5e. Ook in het bloed treden tijdens gewennen en oefenen veranderingen op, gelijk door Schneider en Havens ²⁾ wordt aangegeven. Zij bepaalden het haemoglobine gehalte en het aantal roode bloedlichaampjes per kubieke millimeter bij proefpersonen, die zich regelmatig trainden voor een wedstrijd van 2 mijl in het hardloopen. Voor de bepaling van het haemoglobine gehalte gebruikten zij de haemoglobino-meter van Gower-Haldane, terwijl de bloedlichaampjes werden geteld met behulp van de haemocytometer van Thoma-Zeiss na verdunning met Hayem's vloeistof. Bij drie proefpersonen konden waarnemingen worden verricht, bij een van hen kon voor en tijdens de periode van arbeid regelmatig de veranderingen in het bloed worden gevolgd, terwijl de beide

¹⁾ Krogh and Lindhard. Measurements of the blood-flow through the lungs of man. Skand. Arch. f. Physiol. vol. 27.

J. Lindhard. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 161, pag. 382.

²⁾ Schneider and Havens. Changes in the blood after muscular activity and during training, Amer. Journ. of Physiol. vol 36 blz. 239.

Zie ook: v. Willebrand. Ueber Blutveränderungen durch Muskelarbeit. Skand. Arch. f., Physiol. vol 14, pag. 176.

andere proefpersonen zich slechts tot een paar waarnemingen in beide perioden leenden.

De resultaten van het onderzoek, toonden dat gedurende de oefenperiode bij twee van de proefpersonen een vermeerdering van het haemoglobine gehalte en van het aantal roode bloedlichaampjes optraden, terwijl bij den derden proefpersoon òn haemoglobinegehalte òn hoeveelheid bloedlichaampjes ongewijzigd bleven.

Zoo was bij den proefpersoon die regelmatig geobserveerd kon worden het gemiddelde haemoglobinegehalte gedurende de rustperiode, die aan de training vooraf ging 111,9, op het hoogtepunt der training echter 115,8, zoodat een toename had plaats gevonden van 3.6 %; het aantal roode bloedlichaampjes was in beide perioden respectievelijk 6 200 000 6 500 000 per kub. mill., zoodat hun aantal was toegenomen met 4.8 %. Bij den tweeden proefpersoon waren deze percenten van toename van haemoglobinegehalte en roode bloedlichaampjes achtereenvolgens 9.4 en 18. Bij beide proefpersonen werden geen veranderingen gevonden in het aantal witte bloedlichaampjes en bloedplaatjes. De hier aangehaalde waarnemingen zijn te weinig in aantal en niet voldoende gelijk in uitkomst, om aanleiding te kunnen geven tot veel conclusies, doch wijzen zij op de waarschijnlijkheid, dat het regelmatig oefenen veranderingen in de samenstelling van het bloed tengevolge heeft.

Gelijksoortige uitkomsten kregen Boothby en Berry¹⁾.

¹⁾ Boothby and Berry. The effect of work on the percentage of haemoglobin and number of red corpuscles in the blood. Amer. Journ. of Phys. vol. 37. pag. 378.

Ook zij vonden dat èn haemoglobinegehalte èn aantal roode bloedlichaampjes na eenige dagen van oefenen aan een stationair rijwiel beduidend waren toegenomen.

Deze waarnemingen doen hen tot een vermeldingswaardige opmerking aanleiding geven: „On account of the rise in the haemoglobin percentage, the oxygen carrying capacity per unit volume of blood is proportionately increased. It is another interesting example of the intercompensatory mechanism of the human body; it is evident that, in the main, the object of perspiration is to keep the body temperature down under conditions of work, yet its formation and elimination, by increasing the proportion of haemoglobin, increases the carrying capacity of a unit volume of blood thereby throwing less strain on the circulatory system”.

Zuntz en Schumberg ¹⁾ kwamen blijkens het volgende citaat tot een andere uitkomst: „Noch ein Punkt scheint der Erörterung werth, ob nämlich durch die längere Zeit fortgesetzte, körperliche Arbeit nicht eine dauernde Erhöhung im specifischen Gewicht oder in der Blutkörperchenzahl eintritt. Es liegt dies anzunehmen deshalb nicht gar so fern, als auch andere Gewebe, wie die Muskeln, die Haut, eine Besserung ihres Ernährungszustandes erfahren haben. Indess ist das beim Blut nicht der Fall: Das specifische Gewicht und ebenso die Zahl der rothen Blutkörperchen ist bei allen Herren bei

¹⁾ Zuntz und Schumberg, Studien zu einer Physiologie des Marsches blz. 106.

Zie ook: Johansson. Ueber die Einwirkung der Muskelthätigkeit auf die Athmung und die Herzthätigkeit, Skand. Arch. f. Physiol. vol 5, pag. 20.

Katzenstein, Ueber die Einwirkung der Muskelthätigkeit auf den Stoffverbrauch, Pflüger's Arch. f. Physiol. vol 49, pag. 379.

Beginn des 28. Marsches genau dasselbe wie beim ersten Marsch".

Benjamins¹⁾ daarentegen acht het weer waarschijnlijk, dat langdurig oefenen. (in zijn geval zwemmen) veranderingen in het aantal bloedlichaampjes teweeg brengt.

6e. Omtrent de wijzigingen in de ademhaling bij training zijn eenige gegevens mee te deelen. We kunnen daarbij de frequentie der ademhaling en de hoeveelheid der gebruikte gassen nader beschouwen. Eerstgenoemde schijnt bij arbeid door oefening vrij regelmatig een vermindering te ondergaan, gelijk het volgende citaat illustreert: „After severe exertion in an untrained man the rate (van de ademhaling) may keep up between 30 and 40 for half an hour. In a trained man it should not be more than 30, and in a quarter of an hour should be down to about 20." ²⁾

De meeste waarnemingen evenwel hebben betrekking op de hoeveelheden der gewisselde gassen.

Volgens Speck³⁾ gebruiken menschen met sterker spierontwikkeling meer zuurstof en geven meer koolzuur af dan menschen met geringe spierontwikkeling, onder gelijke omstandigheden.

Wat betreft de wijzigingen veroorzaakt door training, zoo deelt Durig⁴⁾ mede dat het energieverbruik, gemeten door

¹⁾ Benjamins en Duvergé. Zwemmen. Handleiding voor zwemmers en voor zwemonderwijs. blz. 26.

²⁾ Allbutt, A. System of Medicine by Allbutt and Rolleston, vol VI. blz. 218.

³⁾ C. Speck. Physiologie des menschlichen Athmens. Leipzig 1892. pag. 224.

⁴⁾ Durig. Beiträge zur Physiologie des Menschen im Hochgebirge. II Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 113. blz. 251.

de gaswisseling, bij het voortbewegen van 1 K.G. over een horizontalen weg van 1 M. geringer is, indien de proefpersoon geoefend is.

Gruber¹⁾ heeft in Bern waargenomen, dat de gaswisseling bij ademhaling niet alleen afhankelijk is van de hoeveelheid van den gepresteerden arbeid, doch dat zij door training kan worden verminderd.

Zuntz²⁾ heeft korten tijd na Gruber soortgelijke waarnemingen gepubliceerd, terwijl Schnijder³⁾ op grond van experimenten, verricht bij arbeiders en bij reconvalescenten, o.a. tot de volgende conclusie kwam: „Der durch CO₂-Ausscheidung gemessene Stoffumsatz wird während der Arbeit vermehrt, aber dieser Zuwachs wird durch Uebung vermindert". Ook Bürgi⁴⁾ vond dat arbeid die groote inspanning vereischte de CO₂ uitscheiding deed vermeederen en dat deze vermeederen door oefening geringer werd.

Ook volgens Hellsten⁵⁾ treden in de CO₂ ontwikkeling tijdens spierarbeid tengevolge van regelmatig oefenen. veranderingen op. Hellsten heeft deze veranderingen nader bestudeerd.

Hij bepaalde daartoe de CO₂-ontwikkeling met behulp van het Sonden-Tigerstedt'sche respiratie apparaat bij spier-

1) Gruber. Zeitschrift für Biologie 1892. S. 466—491.

2) Zuntz. Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. Arch. Anat. u. Phys. 1890. Phys. Abt.

3) Schnijder. Zeitschrift für Biologie 1896, Bd. XXXIII. N. F. Bd. XV, S. 32.

4) Bürgi. Der respiratorische Gaswechsel bei Ruhe und Arbeit auf Bergen. Arch. f. Anat. u. Phys. 1900. Abt. Phys. blz. 509.

5) Hellsten. Der Einfluss des Trainierens auf die CO₂-Abgabe bei isometrischer Arbeit. Skand. Arch. f. Phys. Bd. 22, blz. 1.

oefeningen, die uitgevoerd werden aan den ergograaf van Johansson, die voor isometrischen arbeid was ingericht. Zijn proefpersonen waren leden van een studentenroeivereniging die ten tijde van de waarnemingen in training waren voor een wedstrijd en als zoodanig maakten zij dagelijks zeer constante en krachtige spieroefeningen door. Daardoor vormden zij ook zeer geschikte proefpersonen om de CO_2 -ontwikkeling tijdens de training te onderzoeken. Zijn proefpersonen liet hij daartoe met eenige dagen tusschenpoozen gedurende 20 minuten isometrische arbeid verrichten, zij hadden daarbij de opdracht gedurende deze 20 minuten de oefeningen zoo krachtig mogelijk uit te voeren. Aan de oefeningen ging steeds een rustperiode van 30 minuten vooraf, die in liggende houding werd doorgebracht en evenzoo volgde op de oefeningen een rustperiode, nu van 60 minuten. Bepaald werd nu de CO_2 -ontwikkeling tijdens de rustperiode, die aan den arbeid vooraf ging, daarna de CO_2 -ontwikkeling gedurende de arbeidsperiode en vervolgens de CO_2 -ontwikkeling van de eerste en tweede helft der rustperiode die op den arbeid volgde. Van elke proef werd verder aangegeven het aantal minuten, dat de arbeid werd uitgevoerd, benevens de arbeid van elke minuut en van de geheele oefening, uitgedrukt in kilogrammen-spanning. Teneinde nu te komen tot de bepaling van de toename der CO_2 -ontwikkeling tengevolge van den arbeid werd aldus gehandeld: Allereerst werd bepaald de CO_2 -ontwikkeling per minuut bij normalen rusttoestand, daartoe werd het gemiddelde berekend van de eerste rustperioden van alle dagen en dit gemiddelde door het aantal minuten der rustperiode gedeeld. De CO_2 -ontwikkeling gedurende de

eerste 30 minuten der rustperiode, die onmiddellijk op den arbeid volgde, was veel hooger, dan die der rustperiode die aan den arbeid vooraf ging. Blijkbaar was zij door den arbeid beïnvloed.

De CO_2 -ontwikkeling gedurende de tweede helft der rustperiode, die op den arbeid volgde, was daarentegen, slechts met een enkele uitzondering, lager dan die der rustperiode die aan den arbeid voorafging. Hellsten beschouwt dit als een teeken van uitputting, die op den zwaren arbeid volgde. Berekend werd nu, het verschil tusschen de CO_2 -ontwikkeling per minuut, van de eerste 30 minuten der rustperiode die op den arbeid volgde en van het gemiddelde der rustperioden die aan den arbeid voorafgingen. Dit verschil werd gevoegd bij de CO_2 -ontwikkeling per minuut tijdens den arbeid zelf en tenslotte werd van deze laatste som de gemiddelde CO_2 -ontwikkeling per minuut der eerste rustperiode afgetrokken. Deze laatste rest werd beschouwd als de CO_2 -ontwikkeling, die door den spierarbeid veroorzaakt werd.

Teneinde de uitkomsten der verschillende dagen te kunnen vergelijken, werd naast deze berekening der CO_2 -ontwikkeling per minuut arbeid, eveneens berekend de CO_2 -ontwikkeling per 1000 K.G. spanning. Daartoe werd de gemiddelde spanning per minuut, van den geheelen dagarbeid bepaald, het bedrag der CO_2 -ontwikkeling hiermee gedeeld en het quotient met 1000 vermenigvuldigd.

De aldus door Hellsten uitgevoerde proeven en berekeningen zijn niet zeer talrijk. De resultaten zijn niet allen even sprekend, doch toonen aan, dat in het algemeen, de

CO₂-ontwikkeling bij spierarbeid lager is, indien de betrokken spieren voor die arbeid geoefend zijn, dan indien zij dit niet zijn en dit zoowel per minuut arbeid $f=$ in absolutie zin) als voor de spanning van 1000 K.G. arbeid per minuut. Twee van zijn meest sprekende tabellen illustreeren dit.

Proefpersoon E.

C. toename per minuut arbeid.

1906 Datum	Absoluut C. (in grammen)	Bij een spanning van 1000 K.G. C. (in grammen)
13 Juni	0.700	0.237
1) { 17 "	0.523	0.196 }
20 "	0.590	0.223
24 "	0.627	0.211
27 "	0.529	0.190
2) { 30 "	0.774	0.225 }

Proefpersoon S.

C. toename per minuut arbeid.

1906 Datum	Absoluut C. (in grammen)	Bij een spanning van 1000 K.G. C. (in grammen)
3) { 18 Juni	0.652	0.261 }
23 "	0.618	0.266
26 "	0.637	0.241
29 "	0.643	0.233
4) { 1 Juli	0.793	0.267 }

1) 2) De lage waarden van de proef op 17 Juni en de hoge waarden van de proef op 30 Juni waren veroorzaakt door storingen aan de metronoom.

3) De lage waarden van de proef op 18 Juni waren veroorzaakt door een storing aan de metronoom.

4) De hoge waarden van de proef van 1 Juli waren veroorzaakt, doordat de proefpersoon gedurende de voorafgaande dagen een lichte ongesteldheid, met koorts vergezeld, had doorgemaakt.

Interessante uitkomsten geven de volgende tabel.

Het betreft hier waarnemingen, gelijk aan de voorafgaande, doch waarbij de proefpersoon gedurende eenige dagen, van 18 tot 21 Juli, gedwongen was van het vastgestelde regime van rust, dieet enz. af te wijken. De waarnemingen volgende op deze onderbreking geven een vermeerdering van de CO_2 -ontwikkeling aan.

Proefpersoon H. C. toename per minuut arbeid.

1907 Datum	Absoluut C. (in grammen)	Bij een spanning van 1000 K.G. C. (in grammen)
5 Juli	0.888	0.328
12 „	0.751	0.300
15 „	0.671	0.268
17 „	0.621	0.232
20 „	0.450	0.182
23 „	0.782	0.298
24 „	0.808	0.302
28 „	0.725	0.257

Met deze waarnemingen in overeenstemming is het volgende citaat van Zuntz ¹⁾: „Die Grösse des Verbrauchs (van CO_2) für die einzelnen Leistungen der Muskulatur wird durch Uebung sehr erheblich herabgesetzt; die Uebung für eine bestimmte Arbeit bedingt aber keine Ersparniss bei andern nicht speciell geübten Arbeiten; mit der grösseren Uebung der Muskulatur geht eine Steigerung des Ruhestoffwechsels einher, ebenso wie mit überschüssiger Eiweiszernährung.“

¹⁾ N. Zuntz. Pflügers Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 95, blz. 208.

7e. Wijzigingen in de stofwisseling bij oefening zijn door verschillende onderzoekers nagegaan.

Het hierboven meegedeelde toont de vermindering van CO_2 uitscheiding aan. Krogh en Lindhard¹⁾ meenen dat tengevolge van training de zuurstof van het bloed meer economisch wordt verbruikt: d.w.z. in vollediger mate door de weefsels wordt opgenomen. („Athletic training appears to influence the circulation during work in the direction of a better utilization of the oxygen and consequently a less rapid flow of blood and a more economical working of the heart.”) Deze eigenschap wordt door hen en anderen in cijfers uitgedrukt, men spreekt dan van een utilisatie-coëfficient.

Een ander citaat²⁾ wijst eveneens op een verminderde stijging der stofwisseling bij arbeid, indien de proefpersoon geoefend is.

Evenzoo heeft men gevonden dat bij krachtigen spierarbeid de hoeveelheid kreatinine en urinezuur in de urine aanmerkelijk toenam en dat deze toename verminderde, indien de proefpersoon, die de oefeningen uitvoerde getraind was.

Het volgende citaat van Lagrange³⁾ toont dit voor urinezuur aan: „Pour un litre de liquide urinaire la quantité d'acide urique éliminé a été 1.43 gr. Chez le même sujet, ayant, exécuté le même travail après entraînement préalable, et donc l'urine n'a formé aucun dépôt la quantité d'acide urique éliminé pour un litre de liquide a été 0.60 gr., chiffre

¹⁾ Krogh and Lindhard. Measurements of the Blood flow through the lungs of man. Skand. Arch. f. Phys. Bd. 27, blz. 125.

²⁾ J. Lindhard. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 161, pag. 382.

³⁾ Lagrange, Physiologie des exercices du corps 1905, 9e édit., pag. 116.

qui ne 's écarte pas de la normale. On voit donc que pour l'exécution du même travail musculaire, l'homme non entraîné élimine un peu plus que le double de la dose normale, d'acide urique, tandis que chez l'homme entraîné ce produit n'augmente pas.

Joteyko¹⁾ komt op grond van deze vermindering in uitscheiding van kreatinine en urinezuur tot de volgende conclusie: „Le chimisme musculaire est par conséquent modifié dans l'entraînement; il y a oxidation plus complète des tissus, qui a pour effet non seulement un dégagement plus considérable d'énergie, mais aussi la destruction de déchets véritables poissons, qui naissent pendant le travail et qui ont besoin d'oxygène pour être détruits.”

Deze opvatting van Joteyko, dat de vergrooting van het productievermogen van spieren tengevolge van regelmatige oefening in een gewijzigd spierchemisme haar oorzaak zou hebben, wordt echter niet algemeen gedeeld, anderen zooals Öhrwall²⁾ wijzen op de mogelijkheid, dat de proefpersoon dezelfde nuttige arbeid door beter geördenden maar in quantiteit minderen spierarbeid kan hebben verkregen en dat de verminderde urinezuur afscheiding daardoor verklaard kan worden. Volgens deze opvatting zou het spierchemisme door oefening dus geen wijzigingen ondergaan.

Er is nog een andere maatstaf om de stofwisselingsprocessen in het lichaam te bepalen, deze vinden wij in de hoeveelheid der afgegeven warmte.

¹⁾ Joteyko. Entraînement et fatigue, blz. 52.

²⁾ Öhrwall. Über den Einfluss der Müdigkeit auf den Übungswert der Arbeit. Skand. Arch. f. Phys. Bd. 19, blz. 262.

Benedict en Cathcart¹⁾ wijzen in hunne publicatie op het belang van vergelijking van deze gegevens bij atleten en bij niet atleten, terwijl Benedict en Smith²⁾ tot een omlijnde uitspraak komen: „From the general picture of the comparison, however, the conclusion may be fairly drawn, that athletes have a somewhat higher metabolism (gemeten door middel van warmte ontwikkeling), both per kgm. of bodyweight and per square meter of body surface, than do the non-athletes with whom we have compared them.”

8. Het is een bekend feit, dat tengevolge van regelmatig oefenen het volumen der betrokken spieren toeneemt. Geheel algemeen is deze volumen-toename echter niet. Worden de spieren getraind voor lichten arbeid (die dan meestal snel wordt uitgevoerd), dan is deze volumen-toename veel minder uitgesproken dan indien de training plaats heeft voor zwaren spierarbeid.

Als voorbeeld van het eerste zijn de Arabieren te noemen, die niettegenstaande hunne bijzondere groote marschvaardigheid over het algemeen zeer licht van bouw zijn. De veranderingen in het volumen der spiersubstantie zijn niet eenvoudig te constateeren. De omtrek van een lichaamsdeel is daartoe slechts eene onvolledige maatstaf, verschillende factoren kunnen op die maat invloed hebben. Als zoodanig zijn te noemen

¹⁾ F. G. Benedict and E. P. Cathcart. Muscular Work. Carnegie Institution of Washington. Publ. No. 187, pag. 25.

²⁾ F. G. Benedict and H. M. Smith. The Metabolism of Athletes as compared with normal individuals of similar height and weight. The Journal of Biol. Chemistry Vol. XX. pag. 251.

de wisselende hoeveelheid van het doorstroomende bloed en de mede aan veranderingen blootstaande hoeveelheid onderhuidsvetweefsel. Echter ontbreekt een betere maatstaf.

Palmen en Hedvall bedienen er zich ook van bij een bepaling van het volumen-toename van het spierweefsel bij hun proefreeksen:

Tabel van Palmer	voor de oefening		geoeftend	
	rechts	links	rechts	links
Dikste plaats van den bovenarm (gecontraheerd)	31 c.M.	30 c.M.	34 c.M.	32.5 c.M.
Bovenarm 9 c.M. boven epicondylus med. (niet gecontraheerd). . .	27 „	26.5 „	29 „	27.5 „
Dikste plaats van den onderarm, 5 c.M. beneden epicondylus med.	27 „	26.5 „	28.5 „	28 „
Omtrek van het handgewricht . .	17.5 „	17 „	18 „	18 „

Tabel van Hedvall	voor de oefening		na de oefening	
	rechts	links	rechts	links
Omtrek voetgewricht . . .	23 c.M.	22.5 c.M.	24 c.M.	23.75 c.M.
„ kuit	36 „	36 „	37 „	37.5 „
„ dijbeen (boven de knie)	36.5 „	36 „	37 „	37 „

Palmen voegt aan zijn tabel toe, dat men rekening dient te houden met de vermagering, die tengevolge van vetverlies bij de levendige stofwisseling optreedt en die dus een deel der toename van de spiersubstantie zal verbergen. Hij verklaart de toename van de omtrek van het polsgewicht als een gevolg van een meerdere ontwikkeling der peezen en deelt verder mede, dat de armen na het einde der oefenreeks zeer hard waren geworden.

Hiermede zijn wij aan het einde gekomen van onze beschouwing van de veranderingen der lichamelijke functies, zooals die bij gewennen en oefenen optreden. Het zijn er reeds velen die besproken zijn, het leidt geen twijfel, dat nadere studie nog meerderen naar voren kunnen brengen, aangezien practisch gesproken alle lichamelijke functies hun invloed van beide processen zullen ondervinden.

Omtrent het effect van deze veranderingen deelt Bainbrigde¹⁾ het volgende mede: „The greater strength and efficiency of the body, brought about by regular physical training, are the product of two processes which normally go hand in hand. One is the development of the muscular system as a whole, and more especially of the muscles employed in the form of exercise carried out; the other is an increase in the range and delicacy of the adjustments of the circulatory and respiratory systems whereby the supply of oxygen to the body is assured”.

Het is wel zeker, dat we al deze veranderingen in dit licht kunnen bezien, door het samenvoegen van het effect van elken afzonderlijken invloed, vinden we als resultante een belangrijke vergrooting van het prestatievermogen.

¹⁾ F. A. Bainbrigde. The Physiology of Muscular exercise, blz. 139.

HOOFDSTUK IV.

IETS OVER DE TOEPASSINGEN DER BEGRIPPEN GEWENNEN EN OEFENEN.

Gelijk in de „Inleiding” werd meegedeeld, hebben de begrippen gewennen en oefenen groote practische beteekenis en hierbij vestigen wij de aandacht op twee terreinen, namelijk op dat der moderne industrie en op dat der sport.

Het laatstgenoemde terrein, al zal het ongetwijfeld belangwekkend kunnen zijn, zullen wij laten rusten, teneinde ons te bepalen tot het eerstgenoemde en dit, de moderne industrie, in zijn verband met de beide begrippen nader beschouwen.

Teneinde dit verband goed voor den dag te doen treden, is het gewenscht een belangrijk begrip, dat op de moderne industrie grooten invloed heeft uitgeoefend en nog uitoefent, nader onder het oog te zien. Wij bedoelen hier het Taylorstelsel zooals dit in de laatste tientallen van jaren zich heeft ontwikkeld en zullen na een korte beschouwing ervan, de plaats aangeven, die onze beide physiologische begrippen hierbij dienen in te nemen. De plaats, die aan het Taylorstelsel in den tegenwoordigen tijd toekomt en de veelzijdige studie, die het tengevolge heeft gehad, wettigen een groote opmerkzaamheid voor dit onderwerp. Wij kunnen dan in het Taylorstelsel een samenvoeging van zeer verschillende maatregelen zien, die gezamenlijk ten doel hebben de menscheelijke energie, zooals die zich in onze samenleving uit, speciaal

in de industrie, zoo nuttig mogelijk te gebruiken. Dit streven is, merkwaardig genoeg, slechts van betrekkelijk recenten datum. Het volgende citaat geeft vrij juist de toestand weer, zooals die in de industrie in den tijd vóór Taylor algemeen bestond en toont duidelijk het arbeidsveld van het Taylor-systeem in korte woorden¹⁾: „It is of vital importance to the contractor, to the railroad constructor, and to other large employers of labor, that their human machinery as well as their mechanical appliances work to the highest degree of perfection. They spend large sums of money in designing, repairing and altering the most complicated machinery, but until recently no attempt has been made to increase the efficiency of the large number of workmen that they must necessarily employ.” Ook Gilbreth²⁾ beschrijft met duidelijke woorden het groote verlies aan energie in den arbeid: „There is no waste of any kind in the world that equals the waste from needless ill directed and ineffective motions.”

Taylor (1856-1915) de grondlegger van dit systeem, kwam derhalve tot de overtuiging, dat van de menschelijke energie een buitengewoon groot deel niet het nut afwierp, dat het zou kunnen doen.³⁾ Hij tgonde aan, dat dit zeer

¹⁾ Benedict and Cathcart. Muscular work, blz. 4. Carnegie Institution of Washington. Publ. 187.

²⁾ Gilbreth. Motion Study, blz. 2.

³⁾ Als voornaamste werken van Taylor zijn te noemen:

Notes on Belting, 1893.

A Piece Rate system, 1895.

A Piece Rate system in the adjustment of wages to efficiency, 1896.

Shop management, 1903.

On the art of cutting metals, 1906.

A comparaisn of university and industrial description and methodes, 1906.

vaak het gevolg was van ondoelmatig beheer en voerde een nieuw beheersysteem in, dat er in slaagde om veel van die energie, die vroeger voor de samenleving waardeloos verloren ging, te redden en productief te maken. Aldus ontstond zijn systeem, de wetenschappelijke bedrijfsleiding, dat zeer gecompliceerd is en mechanismen omvat van zeer verschillenden aard. De waarde, die hij aan een fabrieksorganisatie toekent, waarbij de wetenschappelijke bedrijfsleiding is ingevoerd, is dan ook zeer groot, getuige de volgende, door Taylor geciteerde uitspraak, van een der grootste Amerikaansche fabrikanten¹⁾: If I had to choose now between abandoning my present organization and burning down all of my plants which have cost me millions, I should choose the latter, my plants could be rebuilt in a short while with borrowed money, but I could hardly replace my organization in a generation".

De naam, waaronder men de mechanismen van het Taylorstelsel meestal samenvat, de wetenschappelijke bedrijfsleiding, heeft nogal tot critiek aanleiding gegeven. Zoo vindt Wallichs²⁾ de letterlijke vertaling niet de meest wenschelijke en spreekt liever van „durchdachte Leitung". Münsterberg³⁾ acht deze vertaling echter onjuist, want de leiding was vóór den tijd van Taylor ook „durchdacht", al was er niet zoo'n

Principles of scientific management, 1911.

Changes from ordinary to scientific management, 1912.

¹⁾ Taylor, Shop Management, 1919, pag. 63.

²⁾ Wallichs, Moderne amerikanische Fabrikorganisation, Technik und Wirtschaft, 1912, Heft 1.

³⁾ Hugo Münsterberg, Psychologie u. Wirtschaftsleben, 1919, noot 10 op blz. 188.

speciale aandacht aan besteed. Hij voelt dan ook meer voor de letterlijke vertaling, al vindt hij den naam „scientific management” wel een „etwas volltönende Titel”. Vooral onder Duitsche schrijvers wordt veel gesproken over het rationaliseeren van den arbeid, terwijl het dan tenslotte slechts een uitbreiding van een onderdeel van het Taylorstelsel betreft. Gilbreth¹⁾ spreekt in zijn Motion Study van „Intensive management”, terwijl Taylor²⁾ zelf in zijn Shop management de uitdrukking „modern management” voor zijn stelsel gebruikt.

Zooals gezegd, beoogt het Taylorstelsel, het tot groote productiviteit opvoeren van de menschelijke energie en dit bereikt het op zeer verschillende wijzen.

Om slechts enkele grepen te doen, wij vinden in het stelsel een zeer ver doorgevoerde arbeidsverdeeling.

Dan is de taak van den arbeider nog op andere wijze meer begrensd geworden, want de wijze, waarop hij zijn taak dient uit te voeren, de methode volgens welke hij moet arbeiden, wordt hem tot in de kleinste bijzonderheden opgegeven. Het is de fabrieksleiding, die hiervoor zorg draagt, die alles vooruit regelt en die tevens met een uitgebreid personeel den arbeid controleert, waarbij o.a. op de vereischte snelheid van den arbeid en op de hoedanigheid van het arbeidsproduct wordt gelet. We laten ter verduidelijking een enkel citaat van Taylor volgen: „Management will be studied as an art and will rest upon well recognised, clearly defined,

¹⁾ Gilbreth, Motion Study, blz. 110.

²⁾ Taylor. Shop Management, blz. 68.

and fixed principles, instead of depending upon more or less hazy ideas received from a limited observation of the few organizations with which the individual may have come in contact.¹⁾

Voor de uitvoering van een goed beheer geeft hij vier principes aan:

a. A large daily task. — Each man in the establishment, high or low, should daily have a clearly defined task laid out before him. This task should not in the least degree be vague nor indefinite, but should be circumscribed carefully and completely, and should not be easy to accomplish.

b. Standard conditions — Each man's task should call for a full day's work, and at the same time the workman should be given such standardized conditions and appliances as will enable him to accomplish his task with certainty.

c. High pay for success — He should be sure of large pay when he accomplishes his task.

d. Loss in case of failure — when he fails he should be sure that sooner or later he will be the loser by it.

When an establishment has reached an advanced state of organization, in many cases a fifth element should be added, namely: the task should be made so difficult that it can only be accomplished by a first-class man²⁾.

Dit begrip „first-class man” wordt door Taylor duidelijk omschreven: „It must be distinctly understood that in referring to the possibilities of a first-class man, the writer does not mean what he can do when on a spurt or when he is

¹⁾ Taylor, Shop management, pag. 63.

²⁾ Taylor, Shop management, pag. 63-64.

over exerting himself, but what a good man can keep up for a long term of years without injury to his health. It is a pace under which men become happier and thrive".^{1) 2)}

Het Taylorstelsel heeft zijn weg gevonden in de nieuwe en in de oude wereld, dank zij de belangrijke voordeelen waar het op kon wijzen. Eenerzijds heeft men getracht steeds meer terrein te vinden om het in toepassing te kunnen brengen,

¹⁾ Taylor, Shop management, blz. 25.

²⁾ Voor literatuur over het Taylorstelsel zie o.a.:

Arnold and Taurote. Ford methods and the Fordshops, New-York 1915.

Clark and Wyatt. Making both ends meet, New-York, 1911.

A. H. Colijn, Het Taylorstelsel, Acad. Proefschrift, Amsterdam, 1919.

Morris L. Cook, The spirit and social significance of scientific management, The Journ. of Political Economy, 1913.

F. B. Copley, Fred. W. Taylor a Revolutionist.

John P. Frey, The relationship of scientific management to labor, The Journal of Political Economy, 1913.

Gantt, Industrial Leadership, New-Haven Yale Univ. Press, London.

Gantt. Work, Wages and Profits, New-York, 1913.

Gilbreth, Motion study, 1911.

Gilbreth, Fatigue study, 1911.

Gilbreth, Primer of Scientific management, 1912.

Gilbreth, Applied motion study, 1918.

J. A. Hobson, Scientific management, Sociological review, 1913.

R. F. Hoxie, Scientific Management and Labor, New-York and London, 1916.

H. P. Kendall, Systematized and Scientific management, The Journal of Political economy, 1913.

Wilhelm Ostwald, Der Energetische Imperativ, Leipzig, 1912.

Max. Packer, Handleiding bij de invoering van het Taylorsysteem. Deventer, 1916.

J. F. Quanjer, Wetenschappelijke arbeidsregeling, Zaandam, 1913.

A. W. Sanders, Het Taylorstelsel en de arbeiders, Deventer, 1919.

Rudolf Seubert, Aus der Praxis des Taylorsystems, Berlin, 1918.

C. B. Thompson, Scientific man, Cambrigde, 1914.

C. B. Thompson, The Taylorsystem of scientific man, Chicago 1916.

anderzijds is men er op bedacht geweest, de principes van Taylor uit te werken, aan te vullen, te verbeteren en zoo-
doende pasklaar te maken voor zeer verschillend gebied.

Allereerst vindt steeds een standarisering van den arbeid plaats. Vaak moet daarbij een analyse van de bewegingen aan voorafgaan. Daartoe zijn allereerst in America, later ook in Europa onder den naam van rationalisering van den arbeid, tal van onderzoekingen gedaan. Vooreerst komt het er op aan, de tijdsverdeeling voor afzonderlijke bewegingen en opeenvolging vast te leggen, van de eenvoudige toepassing van de stopwatch tot de ingewikkelde kinematographie toe, vindt men de grootste verscheidenheid van methoden (vergelijk hierover Gilbreth) aangewend. Om bij de standarisering tot vereenvoudiging van de bewegingen te komen, heeft men veelal cyclogrammen opgenomen, d.w.z. den afgelegden weg photographisch door de baan van een electrisch lampje laten opteekenen. Op deze wijze kan menigmaal een ingewikkelde baan tot een meer eenvoudige worden teruggebracht.

Dat de beteekenis van het stelsel door zeer velen hoog wordt geschat, mogen de volgende uitspraken illustreeren. Zoo acht Colin Ross ¹⁾ het Taylorstelsel voor het economisch herstel van Duitschland van groote waarde, terwijl men in de Vereenigde Staten van Noord-America in het Taylorstelsel het wapen ziet om de buitenlandsche concurrentie het hoofd te bieden. ²⁾

¹⁾ Dr. Colin Ross. Das A.B.C. der wissenschaftliche Betriebsführung, Berlin, 1917.

²⁾ Shop management. Hierin het „Foreword” van Henry R. Torone.

Naast zijn vurige vereerders heeft het Taylorstelsel echter ook zijn verwoedde tegenstanders. Vooral van de zijde der arbeiders zijn zij heftig tot uiting gekomen, waarbij als voornaamste grief geldt, dat Taylor de menschelijke natuur in den arbeider niet in acht nam en den arbeider op geraffineerde wijze uitzoog, slechts ten voordeele van het kapitaal.

Zoo vindt Van der Waerden ¹⁾ dat het stelsel zelfs „weezinwekkende kanten” heeft. Ook Van Ginneken veroordeelt het stelsel op scherpe wijze ²⁾ en meent dat het den mensch verlaagt tot een machine en meedoogenloos elke hogere levensuiting in hem doet verstikken. Ook Lederer ³⁾ ziet in het stelsel een verlaging van den arbeider, evenzeer als Kochmann ⁴⁾, terwijl Heisz ⁵⁾ meent dat de enkele voordeelen van het stelsel niet opwegen tegen de veel grootere nadeelen.

Ook van physiologische zijde heeft het Taylorstelsel aan veel critiek blootgestaan ⁶⁾. Zoo acht Le Châtelier ⁷⁾ dat

Zie ook: Wintermeyer. Die erhöhte Bedeutung des Taylorsystems für die Zeit nach dem Kriege, Technische Rundschau, 1919.

¹⁾ Th. van der Waerden, Het Taylorstelsel, blz. 17.

²⁾ Jac. van Ginneken, Zielkundige verwickelingen I: „Zielkunde en het Taylorstelsel”.

³⁾ E. Lederer, Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 1914, blz. 769.

⁴⁾ W. Kochmann, Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 1914.

⁵⁾ Clemens Heisz, Schmollers Jahrbuch, 1914, pag. 222.

⁶⁾ Voor critiek in 't algemeen op het Taylorstelsel zie o.a.:

Samuel Gompers, The miracles of efficiency, Amer. Federationist, 1911.
W. Kent, Industr. Eng., Vol. XIV.

Report on the Committee on Labor of the House of Representatives, 1912.

G. C. Volmer, Het Taylorsysteem, Tijdschr. der Mij. v. Nijv., Jan. 1916.
Wirz, Taylor's Betriebsystem.

⁷⁾ Le Châtelier, Revue de Métallurgie, avril 1915.

het stelsel veel te weinig aandacht aan de physiologie heeft geschonken, een meening die ook door Amar¹⁾ wordt gehuldigd. Taylor heeft volgens Amar geen middelen om den graad van vermoeidheid van den arbeider te apprecieeren. Hij poogt niet te kennen de snelheid, den rythmus en de kracht, die voor een maximum van arbeid het kleinste energie-gebruik vraagt. En toch, zoo zegt Amar, is de „kunst van het werken” op wetenschappelijke basis samengesteld en opgebouwd.

Ook Joteyko²⁾ heeft soortgelijke grieven over het Taylorstelsel. Zij geeft aan, dat Taylor onkundig was van talrijke wetenschappelijke werken van Europeesche physiologen. Veel resultaten van Taylor, verkregen door persoonlijk zoeken, zijn een bevestiging van wat reeds vroeger was gevonden. Ook zij vreest, dat het stelsel, dat geen studie maakt betreffende de vermoeidheid, niet in staat zal zijn, den arbeider voor schadelijke invloeden te behoeden en bepleit de vorming van een internationaal comité, gevormd door physiologen, ingenieurs en sociologen, dat zou moeten onderzoeken in hoeverre de arbeiders in fabrieken, waar het Taylorstelsel is ingevoerd, door te groote vermoeidheid schade lijden.

De volgende woorden van Lahy³⁾ wijzen eveneens op het gemis aan physiologischen grondslag bij het stelsel:

„En exposant les principes généraux du système Taylor, nous n'avons pas eu à faire une mention spéciale des données

¹⁾ Jules Amar. Le moteur humain.

²⁾ Josefa Joteyko, La science du travail et son organisation, 1917, blz. 95.

³⁾ J. M. Lahy, Le système Taylor et la physiologie du travail professionnel, pag. 149.

physiologiques sur lesquelles l'auteur fonde ses théories. C'est que la valeur et la portée en sont très réduites et ne peuvent servir à caractériser l'oeuvre de l'ingénieur américain"¹).

-
- ¹) Zie verder voor de physiologische zijde van het Taylor-stelsel o.a. :
 Bainbrigde. The physiology of muscular exercise, 1919.
 E. Bogardus. The relation of fatigue to industrial accidents, American Journ. of sociology, 1912, vol. 17.
 Broca und Richet, Arbeit ohne Ermüdung, Arch. de physiol. norm. et pathol. 1898.
 D. Brocx, Polytechnisch weekblad, 28-2-19 en 7-3-19.
 Karl Bücher, Arbeit und Rhythmus, Leipzig. 1919.
 A. Durig. Das Taylorsystem und die Medizin, Wien und Leipzig, 1922.
 Zeitschrift für sozialwissenschaft, 1917.
 Adolf Gerson, Die physiologischen Grundlagen der Arbeitsleitung,
 Jac. van Ginneken, Handb. der Ned. Taal, 3e boek, 7e hoofdstuk.
 Josefina Goldmark, Fatigue and Efficiency, New-York, 1917.
 James Hartness, The human factor in works management.
 A. Imbert, Mode de fonctionnement économique de l'organisme, Collection scienta, 1902.
 J. Joteyko, Les Défenses psychiques, I. La douleur, II. La fatigue, Revue philosophique, février 1913.
 Standley Kent, An Investigation of industrial fatigue by physiological methods.
 Marey, Travail de l'homme dans les professions manuelles, Revue de la société scientifique d'hygiène alimentaire, 1904, pag. 198.
 A. Mosso, La fatigue intellectuelle et physique, Paris, 1894.
 Hugo Münsterberg. Psychologie und Wirtschaftsleben, Leipzig, 1916.
 Oseretzkowsky-Kraepelin, Über die Beeinflussung der Muskelleistung durch verschiedene Arbeitsbedingungen. Psychol. Arb. 3, 1901.
 Specht, Reactionstypen u. Rhythmisierung, Arch. f. d. Ges. Psychol. III, 1904.
 Trèves, Le travail, la fatigue et l'effort, L'année psychol. XII, 1906.
 E. Weber, Arbeit und Ermüdung nach neuen Untersuchungen, Concordia, Zeitschrift der Zentralstelle für Volkswohlfahrt, 1912.
 Max. Weber, Zur Psychophysik der industriellen Arbeit, Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 1908 vol. 27, 1909 vol. 28.
 W. Weichhart, Ueber Ermüdungstoxine und antitoxine, Münchener Med. Wochenschrift, Bd. 51, 1904.

Hetgeen bij deze beschouwingen over het Taylorstelsel aan het licht treedt, kan voor een groot deel van toepassing worden gebracht op de organisatie van den industrieelen arbeid in het algemeen, namelijk, dat slechts in zeer onvoldoende mate rekening is gehouden, met de gegevens der physiologie.

Dit treedt dan ook op duidelijke wijze naar voren, waar het de begrippen gewennen en oefenen geldt. Wel wordt bij de toepassing van het Taylorstelsel, de werkmán dikwijls in geen geringe mate geoefend, doch van een welbewuste studie van gewennen en oefenen is er in de werken van Taylor noch van Gilbreth ergens sprake.

Zeér zeker heeft de studie van gewennen en oefenen in aansluiting aan de physiologische studie van den arbeid practische beteekenis. Indien wij tot besluit een plan willen aangeven, volgens hetwelk zulk een studie uitgevoerd kan worden, zou dit als volgt luiden. Wij gaan daarbij dan uit van de stelling, dat er voor elke spier een bepaalde arbeidsfunctie bestaat, die zij steeds zal kunnen uitvoeren, zonder dat er in de spier physiologische kenteekeenen van vermoeidheid optreden. Physiologische functies als hartswerking en ademhaling vormen de prototypen van zulk een arbeid, die door behoorlijke regeling van last en tempo onafgebroken kunnen worden voortgezet.

Physiologische toestellen van het type van den ergograaf

Weiler-Orszulock, Untersuchung über die Muskelarbeit des menschen, Psychol. Arb. 5 en 6, 1910.

W. Wight. Some effects of incentives on work and fatigue, The Psychological Review, vol. 13, 1906.

veroorloven bovendien, den invloed van rustpauzen op het bereiken van een maximalen arbeid in een bepaalden tijd na te gaan.

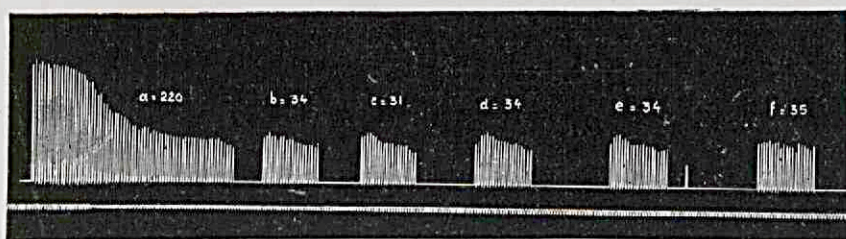
Wanneer men deze proeven ging uitbreiden, waartoe een algemeen arts met zijn versnipperden tijd helaas geen gelegenheid heeft, zou men kunnen vaststellen, hoe gewicht, tempo, ingeschakelde rustpauzen geregeld moeten worden om een arbeid te kunnen uitvoeren zonder vermoeienis, d.w.z. zonder vermindering van rendement in de latere korte werkperioden, die door de korte rusttijden gescheiden worden. Dit gevonden, zal men kunnen opsporen, hoe zeer wel, het opgeheven gewicht kan worden verzwaaard, het tempo, waarin gewerkt wordt, versneld of de ingeschakelde rustpauzen kunnen worden verkort, zonder dat een decrement, d.w.z. vermoeienis optreedt.

Eindelijk zal men kunnen vaststellen tot hoever het bovenstaande kan gaan, indien het werk gelijkmatig gedurende 4 uur (de tijd tusschen twee schaften) moet worden volgehouden.

Al deze proeven zullen enkel scherpe uitkomsten kunnen opleveren, wanneer een tijdperk van gewennen en oefnen is voorafgegaan. Voor mannen en vrouwen, voor jeugdige en oudere personen zullen deze uitkomsten verschillend zijn. Er zal kunnen worden vastgesteld of men een reeks van tijdvakken van 3 of 4 uur (tijd tusschen twee schaften) aan elkaar zal kunnen schakelen; of men dit dagelijks kan volhouden, dan wel wekelijks of om de tien dagen een volledigen rustdag moet worden ingeschoven. Al deze sociaal zoo gewichtige vraagstukken zullen in lange proefreeksen tot exacte oplossing gebracht kunnen worden.

Voor anderen arbeid dan ergograafarbeid zal het weer

*Illustratie van de methode volgens Zoth ontleend
aan Scheffer (uit het lab. archief).*



verschillend zijn. Daarom is het noodig verscheidenheid in de toestellen voor zulk een onderzoek te brengen.

Het Physiologisch Laboratorium te Utrecht bezit tot dit doel enkele apparaten en bewaart in zijn archief ook Scheffer's proefbladen.

Bij de proeven die Zoth ¹⁾ indertijd deed met den ergograaf van Mosso, had eerst een primaire vermoeienis plaats, door het uitvoeren van een groot aantal (70) heffingen. Daarna werden pauzen ingeschoven, de eerste pauze van 20 sec. de tweede van 30 sec. daarna een van 40, 50 en van 60 sec. Tusschen de pauzen werd telkens een gelijk aantal (20) heffingen uitgevoerd. Op deze manier werd bereikt, dat het rendement in de latere korte arbeidsperioden niet meer daalde, zelfs geldt dit voor den volslagen ongeoefende. Wanneer nu allengs oefening verkregen wordt, neemt het rendement in de latere tijdperken zeer merkbaar toe. Men zou natuurlijk ook de latere pauzen zoodanig hebben kunnen verkorten, dat het rendement gelijk bleef. Zoth voerde echter, voor zoover bekend, dit soort van proeven niet uit. (Zie figuur).

Tabel weergevend het rendement in de verschillende arbeidsperioden van eenzelfen dag volgens de indeeling van Zoth (naar Scheffer).

Datum	1e periode	2e periode	3e periode	4e periode	5e periode	6e periode
26/2	172.5	22	24	22	27	27
4/3	248.5	40	43.5	45	49.5	50
12/3	250	50	47	55	59	57
16/3	206	47	44	54	53	60

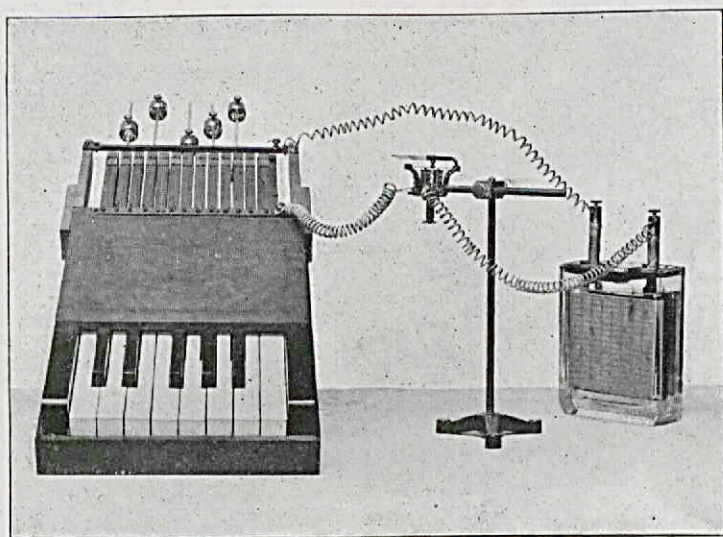
¹⁾ Zoth, Pflüger's Arch., Bd. 52.

Deze methode kan nu ook in andere gevallen als leidraad genomen worden, allereerst in het geval van den pianoergograaf.

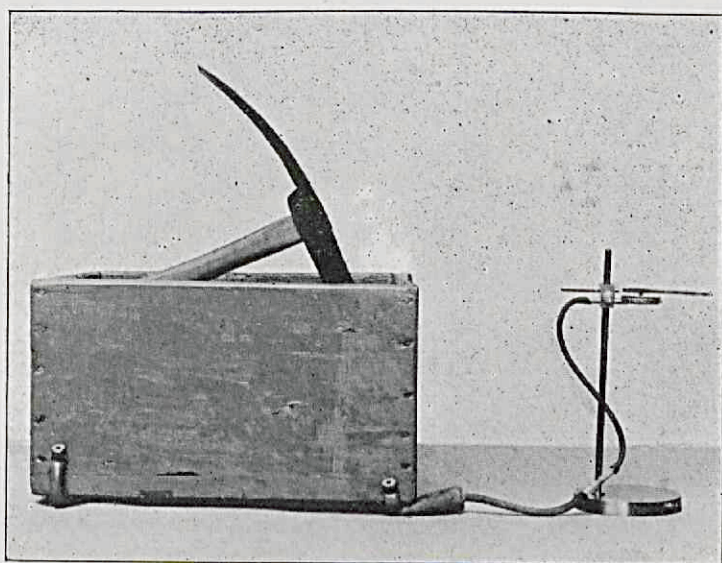
a. De registratiepiano bestaat uit 13 toetsen, m.a.w. één accoord met den eersten toets van het volgende accoord. De toetsen zijn geconstrueerd evenals van een gewone piano, alleen met dit verschil, dat het lange been van den hefboom (het gedeelte, dat bij bespelen omhoog gaat), niet dient om den slaghamer in beweging te brengen, maar om, — doordat een koperen plaatje, op den hefboom bevestigd, tegen een koperen staaf aanslaat —, electrisch contact teweeg te brengen. Door middel van een electrisch bewogen schrijfstift kan dus iedere aanslag van een toets op de beroete trommel worden vastgelegd. Om aan den eisch, dat het „opgeheven gewicht kan worden verzwwaard”, te voldoen, zijn de lange zijden van de hefboomender zwarte toetsen verzwwaard met koperen gewichten, die langs een staaf meer of minder ver van het steunpunt kunnen worden verwijderd. (Op de afbeelding zijn de gewichten op ongelijken afstand van het steunpunt geplaatst).

De proeven kunnen nu genomen worden met geoefende en ongeefende personen, in vast of maximaal tempo en met wisselende belasting. Doordat op de beroete trommel tevens de tijd wordt geregistreerd, is het eenvoudig, in verband met het bekende geheven gewicht, door tellen van het aantal aangeslagen toetsen per tijdseenheid, het rendement te berekenen. Om onze proeven volgens het ergograafschema van Zoth in te richten, werd eerst een primaire vermoeienis bereikt door in maximaal snel tempo een chromatische toonladder, heen en weer gaande, gedurende 8 minuten op de 13 toetsen, te spelen. Er treedt dan zeer duidelijk, vermoeienis

Piano-ergograaf.



Registratie van den stratenmakersarbeid.



op, die zich uit in een zeer merkbare verlangzaming van het tempo en bovendien, als uiting van psychische vermoeienis, in het maken van fouten. Deze bestonden in het overslaan van een toets of het plaatsen van den verkeerden vinger op een bepaalden toets. Dit verried zich in de registratie uitsluitend door onregelmatigheden, daar in ons geval alle toetsen ééNZelfde Pfeilsignaal in beweging brachten. Vervolgens werden pauzen ingeschoven, gescheiden door een bespelen der toetsen in maximaal tempo, telkens gedurende 1 min 20 sec. Oorspronkelijk werden de pauzen gelijk gehouden (1 min.) Toen dit te kort bleek om vermoeienis te voorkomen, vermoeienis, zich uitend in een allengs afnemend rendement, werden de pauzen langer genomen, nml. 1, 2 en 3 min. Op deze wijze kon bij een ongeofende, afname van het rendement worden voorkomen.

Bij een geofende bleek het rendement in gelijke perioden zeer veel grooter dan bij een ongeofende. Tevens bleek, dat nu een rust van 1 min., ingeschoven tusschen de korte werktijden (1 min. 20 sec.) in maximaal tempo, voldoende was om een afname van het rendement te voorkomen.

b. Nog in een ander geval kan in het Laboratorium de invloed van oefening op de vermoeienis worden nagegaan. Hiertoe werd gekozen het werk, dat de stratenmaker verricht bij het leggen van een klinkerweg, Het is van algemeene bekendheid, dat dit werk buitengewoon vermoeiend is en een zeer langdurige oefening vereischt. De bewegingen van den werkman bestaan, in het kort beschreven, uit de volgende manoeuvres. Hij neemt een steen in de linkerhand, beklopt hem ter keuring met den hamer. Daarna wordt met den achterkant

van den hamer het zand ter plaatse, waar de steen moet komen, weggekrabd, de steen neergelegd en nu door eenige stooten met den hamer vastgedrukt. De bewegingen worden uitgevoerd voornamelijk met de schouderspieren, terwijl de armgewrichten onbewegelijk blijven en ook de hamersteel in de hand niet beweegt. Om het mogelijk te maken deze vrij ingewikkelde bewegingen te registreeren, werd gebruik gemaakt van de volgende opstelling :

Een bak, $40 \times 30 \times 20$ c.M., gevuld met droog rivierzand, rust op 4 gummiblokken. Tusschen de gummiblokken bevindt zich onder den bodem van de kist, een caoutchouc cylinder-vormig zakje volgens Wiersma, dat juist even tusschen den bodem van de kist en de onderlaag wordt gedrukt. Iedere stoot, door het neerleggen van den steen en door het kloppen met den hamer veroorzaakt, kan nu door middel van luchttransport en een tambour worden geregistreerd. Het wegkrabben van het zand met den hamer verraaft zich eveneens door flauwere heffingen en aldus komt de afwisseling in de opeenvolgende stadia van het werk zonder meer tot uitdrukking.

De proef wordt nu als volgt uitgevoerd: Een 5 tal steenen worden voor de hand gereed gelegd. De eerste acte is het weghalen van het zand met den achterkant van den hamer. Dit wordt geregistreerd door de flauwe heffingen. De tweede acte is het plaatsen van den steen in het gemaakte kuiltje. De derde acte is het bekloppen van den steen. Het aantal stooten en het tempo daarvan wordt op de trommel vastgelegd. (Een tijdlijn wordt tevens geregistreerd.)

Minder eenvoudig dan bij den ergograaf, is hier de berekening van den hoeveelheid verrichte arbeid. Immers de

beweging bestaat niet zuiver in het opheffen en laten vallen van den hamer, in welk geval de berekening eenvoudig zou zijn (arbeid = $m.g.h.$), maar de arbeider, in casu de proefpersoon, houdt den val van den hamer tegen met de spieren van arm en schouder, met de bedoeling om den slag niet te krachtig te doen zijn, immers de steen zou dan splijten. De energie die door den hamer aan den steen wordt overgedragen, kan hier dus alleen langs empirischen weg worden bepaald. Onze methode biedt hiertoe gelukkiger wijze de gelegenheid, want zij registreert de kinetische energie, die aan de kist wordt overgedragen. Deze laatste vindt haar uitdrukking in de registratiefiguur, welke dan nog, zooals begrijpelijk is, geijkt moet worden. Dit geschiedt onder verwaarloozing van fouten, die door de zeer onvolkomen elasticiteit van de onderlaag (zand) en de gebrekkigheid van luchttransport en wrijving van den hefboom in het roet, worden teweeggebracht, door een gewicht van 5 K.G. van bekende hoogte op een in het zand liggende steen te laten vallen en in die scherp gedefinieerde proef, de registratie-uitkomst vast te stellen. De kinetische energie, die aan de kist wordt medegedeeld is in de ijkproeven onmiddellijk berekenbaar, altijd onder verwaarloozing van het verlies aan energie door den overgang in warmte, tengevolge van de hoogst onvolkomen elasticiteit van het zand en verdere fouten. De berekening, nadat gevonden is, van welke hoogte het gewicht moet vallen om een uitslag in de roetcurve teweeg te brengen van dezelfde hoogte als tijdens het bekloppen, geschiedt dan volgens dezelfde formule: $m.g.h.$ waarbij $m.g.$ nu = 5 K.G. is, en $h.$ de gevonden valhoogte voorstelt.

Bij een eenigzins geoefenden arbeider, die behoorlijke rustpauzen houdt en weinig slagen geeft (alles op de curve onmiddellijk zichtbaar) is van vermoeienis niets te merken. Bij ongeoeffenden daarentegen, vooral wanneer zij zich korte pauzen geven en veel tikken uitvoeren (waartoe ze onwillekeurig geneigd zijn), verraaft zich de vermoeienis zeer duidelijk door allengs langer worden van de gekozen rustperioden, het minder krachtig worden der slagen en door onregelmatigheid van den geheelen cyclus van bewegingen.

Tijdens de uitvoering van zulke proeven doet zich ook een geestelijke factor gelden. Niet door den geestelijken inhoud van den arbeid bepaald, want in het algemeen zal zich noch typist noch wegwerker met den inhoud van den arbeid bemoeien, maar met de psychische afmatting, die een lang volgehouden, gelijkmatigen arbeid teweegbrengt. Daarom zullen op gezette tijden psychische tests moeten worden tusschen gevoegd.

De hier geschetste proefnemingen hebben alleen beteekenis voor bedrijfsvormen, waarin de soort van het werk onveranderd blijft. Het Taylorstelsel, dat een voorafgaande doelmatige standariseering van den arbeid vooropstelt, bemoeit zich voorloopig alleen met zulk een gelijkmatigen arbeid, die op maximum uitwerking is toegespitst. Wanneer men ook afwisselenden arbeid in den gezichtskring brengt, door afwisseling vermoeienis wil voorkomen, wordt het vraagstuk geheel anders. Dan wordt het gewennen en oefenen voor een deel prijs gegeven. Niet geheel echter, want de afwisseling wordt zoo gehouden, dat de oefening niet geheel is verloren gegaan, wanneer men opnieuw begint. Zoo komt

men op het terrein der ambachten en der vrije beroepen. Bij deze wordt een compromis gesloten tusschen gewennen en oefenen eenerzijds en afwisseling van werk anderzijds, zoodat weer het beste rendement voor dit soort werk verkregen wordt. Nog meer ingewikkeld worden dan de physiologische methoden, die voor de wetenschappelijke studie van deze vraagstukken moeten worden toegepast, doch binnen het bereik van onderzoek liggen zij allen en het is begrijpelijk, dat groote industriëlen zooals Solvay en Nobel de beteekenis van de physiologie als middel tot oplossing van vele sociaal industriële vraagstukken hebben ingezien. Voor Solvay was het aanleiding zijn Institut de Physiologie te Brussel te stichten.

De arbeid is lang en de toegepaste physiologie van deze strekking vervreemt zich meer en meer van de physiologie der medische faculteiten, totdat zij in de industriële hygiëne en in de ongevallen-geneeskunde een nieuw ontmoetingspunt zal hebben gevonden.

STELLINGEN.

- I. Bij achterhoofdsligging, vormt een verkeerde spildraaing geen indicatie voor het aanleggen van een forceps.
 - II. Voor bloed onderzoek op malaria-parasieten, verdient voor de praktijk het uitstrijkpraeparaat de voorkeur, boven de „dikke-druppel methode”.
 - III. Bij bloedtransfusie is de directe methode te verkiezen boven de citraat-methode.
 - IV. Voor de verklaring van ontstekingsverschijnselen, geeft de moleculaire pathologie een betere verklaring dan de cellulaire pathologie.
 - V. Dat het erythema nodosum steeds van tuberculeuzen aard zou zijn, valt te betwijfelen.
 - VI. Het is wenschelijk, om bij oogziekten waaraan circulatie stoornissen ten grondslag kunnen liggen, naast de gewone bloedsdruk-meting, tevens de druk in de retinaalvaten te bepalen.
 - VII. Bij multiple sclerose beproeve men een behandeling met salvarsan-paeparaten.
-

