



# **Bijdrage tot de beoordeling van het paard op grond van fysiologische waarden**

<https://hdl.handle.net/1874/364191>

A. qu. 192, 1943

BIJDRAGE TOT DE BEOORDEELING VAN  
HET PAARD OP GROND VAN  
PHYSIOLOGISCHE WAARDEN

E. J. VOÛTE Jr.

ht

3

100







BIJDRAGE TOT DE BEOORDEELING VAN HET PAARD  
OP GROND VAN PHYSIOLOGISCHE WAARDEN



*Diss Utrecht 1943*

BIJDRAGE TOT DE BEOORDEELING VAN  
HET PAARD OP GROND VAN  
PHYSIOLOGISCHE WAARDEN

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN  
DOCTOR IN DE VEEARTSENIJKUNDE AAN  
DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP  
GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS  
L. VAN VUUREN, HOOGLEERAAR IN DE  
FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBE-  
GEERTE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN  
SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE  
BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER  
VEEARTSENIJKUNDE TE VERDEDIGEN OP  
DONDERDAG 21 OCTOBER 1943, DES  
NAMIDDAGS TE 3 UUR

DOOR

EDWARD JOHN VOÛTE Jr.

GEBOREN TE DEN HELDER



BRITISH LIBRARY  
MAY 20 1964  
UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY



UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

MIJN OUDERS

AAN MIJN OUDERS  
AAN MIJN GEDULDIGE  
AANSTAANDE VROUW

Promotor Prof. Dr. D. J. KOK

Allen, die mij bij mijn onderzoekingen steun en voorlichting hebben gegeven, betuig ik mijn oprechten dank.

## INHOUD.

INLEIDING . . . . .	1
HOOFDSTUK I.	
De toename van het aantal erythrocyten in het perifere bloed na arbeidsprestatie . . . . .	4
§ 1. Literatuuroverzicht . . . . .	4
§ 2. Eigen onderzoek . . . . .	9
HOOFDSTUK II.	
De invloed van adrenaline op de toename van het aan- tal erythrocyten in het perifere bloed . . . . .	14
§ 1. Literatuuroverzicht . . . . .	14
§ 2. Eigen onderzoek . . . . .	17
HOOFDSTUK III.	
De alcali-reserve van het bloed na arbeidsprestatie . . . . .	23
§ 1. Literatuuroverzicht . . . . .	23
§ 2. Eigen onderzoek . . . . .	27
HOOFDSTUK IV.	
Het belasting-electrocardiogram . . . . .	33
§ 1. Literatuuroverzicht . . . . .	33
§ 2. Eigen onderzoek . . . . .	39
HOOFDSTUK V.	
De methodiek . . . . .	56
HOOFDSTUK VI.	
Bespreking . . . . .	61
HOOFDSTUK VII.	
Conclusies . . . . .	66
LITERATUUROVERZICHT . . . . .	67
AANHANG . . . . .	78

## INLEIDING

Door de eeuwen heen heeft het paard den mensch met zijn arbeid gediend en doet dat heden ten dage nog, in allerlei vormen. De mensch heeft de fokkerij doelbewust in die banen geleid, welke voor hem het meeste rendement aan arbeid kunnen geven. Zoo was bij de oudste volkeren de richtlijn voor de fokkerij gebaseerd op het prestatievermogen van het paard en in sommige landen, met name in Engeland, heeft men deze opvatting conservatief gehandhaafd. Men heeft echter in andere landen, nadat men een empirische correlatie tusschen lichaamsverhoudingen en gebruik dacht vastgesteld te hebben, meer het exterieur tot maatstaf genomen.

Door het nemen van verschillende lichaamsmaten hebben o.a. Magerl, Wagener e.a. getracht bovenstaande correlatie wetenschappelijk te fundeeren, maar men is er nooit in geslaagd deze hiermede te kunnen bewijzen. De laatste jaren hebben de verrichtingsproeven veel opgang gemaakt en men verwachtte in samenhang met het exterieur een bruikbare waardeering voor het prestatievermogen te kunnen aangeven, doch zelfs met behulp van de trekkrachtmeters beantwoordden deze proeven nòch aan de verwachtingen, nòch gaven zij een juist inzicht ten opzichte der waardeeringsmaat (zie overzicht Gehring).

Nu hangt het begrip prestatievermogen nauw samen met het eenigszins vage begrip constitutie. Wij moeten echter wel bedenken, dat prestatievermogen *niet* gebonden is aan een orgaan of aan een bepaalde verhouding, maar dat het de uitdrukking is van het geheele levende organisme.

Door het probleem van den physiologischen kant te benaderen en het met de betreffende methodiek te analyseeren, zijn wij in staat het juiste inzicht te verkrijgen. Ideaal zou hierbij een methodiek zijn, die aan de volgende voorwaarden voldoet:

1. De praktische uitvoerbaarheid moet zoodanig zijn, dat de gezondheid van het te onderzoeken paard niet ingrijpend aangetast wordt.

2. De eventueel benodigde apparatuur moet eenvoudig en verplaatsbaar zijn en overal te gebruiken.

Het leveren van een arbeidsprestatie is gebonden aan een goed functionneeren der musculatuur; dit laatste hangt weer af van een goeden aan- en afvoer van de stofwisselingsproducten, waarvoor, evenals voor de buffering, het bloed zorg draagt. Een goede hartfunctie is adhaerent aan een goed zuurstoftransport en afvoer van het koolzuur, maar bovendien verzorgt het den bloedstroom, waardoor de zoo belangrijke weefselstofwisseling plaats kan vinden. De zuurstof is gebonden aan het haemoglobine, dat zelf in de erythrocyten geïncorporeerd is. Het bloed speelt, wat zijn biologische eigenschappen aangaat, bij de arbeidsprestaties een zeer gewichtige rol. De gebruikelijke en overbekende uitdrukkingen in de hippologische terminologie als „paarden met veel en weinig bloed” en „bloedpaarden” hangen daar misschien nog mede samen, al doelen zij op geheel iets anders. Het zal dan ook duidelijk zijn, dat dit onderzoek aangaande het prestatievermogen een haematologische richting uitgaat, n.l. het bepalen van de toe- of afname van het aantal erythrocyten in het perifere bloed na arbeidsprestatie, het vaststellen van veranderingen in het haemoglobinegehalte en de alcali-reserve en tenslotte ter completeering een onderzoek van de hartfunctie vóór en ná een prestatie.

De beoordeeling van een paard naar zijn exterieur dient op den achtergrond te komen en zal, op grond van de nieuwere methodes van onderzoek op het prestatievermogen, geen primaire rol meer kunnen spelen. Primair dienen een bloedonderzoek en een controle der hartfunctie te zijn; eerst daarna kan op exterieur en arbeidsgewilligheid gekeurd worden.

Combinatie dezer tests kan dan de balans naar „goed” of „slecht” doen overslaan. De gecombineerde methode van beoordeeling zal voor de genetische zijde der fokkerij veel aantrekkelijks bieden en zal inderdaad positieve richtsnoeren kunnen aangeven, wanneer de stamboeken objectief aantekening houden van alle gegevens, die van de verschillende dieren wor-

den verzameld, met inbegrip van de physiologische waarden, die dit onderzoek aangeeft. Eerst dan is een goed overzicht mogelijk en is waarschijnlijk de erfelijkheid van het buitengewoon gecompliceerde geheel, dat men constitutie noemt en waarmede het arbeidsvermogen zoo nauw samenhangt, vast te stellen.

---



## HOOFDSTUK I

### DE TOENAME VAN HET AANTAL ERYTHROCYTEN IN HET PERIFERE BLOED NA ARBEIDSPRESTATIE

#### § 1. *Literatuuroverzicht.*

L. Müller vond reeds in 1920, dat na het verrichten van arbeid door het paard het aantal erythrocyten in het perifere bloed toenam en dat een stijging van het haemoglobinegehalte hiermede parallel ging. In 1924 stelde H a u b e r vast, dat 8—10 uur werken (de aard van het werk werd niet aangegeven) een temporaire vermeerdering van erythrocyten gaf en dat hierbij ras, geslacht, leeftijd en alimentatie geen invloed op de uitstorting der roode bloedcellen hadden. Bij koudbloeds noteerde deze onderzoeker een toename van 1.5 miljoen, bij volbloeds van  $2\frac{3}{4}$  miljoen erythrocyten per cmm. De onderzoekingen van Krupsky en Almasy wezen uit, dat niet steeds een vermeerdering optrad, Preve vond zelfs een afname na arbeid. In den laatsten tijd vonden de Russische onderzoekers Ger manow, Newodow en Pirogow bij Russische harddravers, evenals bij werkpaarden na het ploegen, een stijging der erythrocytenwaarden van 22—34 %, daarbij een stijgen der lymphocyten en een daling der neutrophiele leucocyten.

Dat niet alleen intensieve arbeid, maar zelfs geringe kortdurende bewegingen, zooals dribbelen, onrustig zijn, en uitwendige factoren met name psychische, zooals schrik na het lossen van een schot, een uitstorting van erythrocyten kunnen geven, werd door de onderzoekingen van Scheunert, C. Müller en Krzywaneck aangetoond. Deze onderzoekers vonden tevens, dat de duur van de te verrichten arbeid een zekere aanpassing geeft en dat de aanvankelijk gestegen erythrocyten- en haemoglobinewaarden dan terugloopen.

Vanzelfsprekend werd al spoedig een onderzoek ingesteld, waarbij het eerst door Scheunert aan de functie van de milt gedacht werd. Of de grootte van de milt hierbij een rol speelt blijft nog een punt van discussie; wel stelde Brandenstein vast, als anatomisch-morphologische bijzonderheid, dat de milt bij volbloeds in verhouding grooter is dan die bij andere rassen.

Dat de milt gewichtige volumeveranderingen kan ondergaan wist men reeds door de onderzoekingen van Roy in 1880—82 en die van Schäfer en Moore in 1896. Jaren was het al bekend, dat de levende milt contracties vertoont en dat de doode milt een aanmerkelijk kleiner volume heeft dan de levende. Een groot aantal onderzoekers heeft, deels onafhankelijk van elkaar, door het toepassen van verschillende technieken, die in principe echter alle overeenkwamen, de volumeveranderingen van de milt bestudeerd, zoals Parin, Hargis en Mann (1925), Bouisset (1926) en Barcroft (1926) en tenslotte Grindlay en medewerkers in 1939.

Barcroft toonde aan, dat de circulatie van de milt gedeeltelijk in of buiten de bloedbaan geschakeld kan worden; voor het maken van plethysmogrammen is dit een technisch voordeel.

Voor het mechanisme der uitstorting kan men vier hypothesen opstellen:

1. De afbraak der erythrocyten in de milt loopt terug.
2. De aanmaak der erythrocyten neemt toe.
3. De resistentie der erythrocyten is aan verandering onderhevig.
4. De milt contraheert zich, waardoor het bloeddepôt leeg geperst wordt.

Vooraf het mechanisme van de milt werd intensief bestudeerd. Zoo werkte Barcroft verschillende methodieken uit, waarbij hij het samentrekken van de milt bij honden registreeren kon, n.l.:

- a. röntgenologisch, met behulp van agraves aan den rand der milt.

- b. visueel, door een celluloidraampje in de buikwand aan te brengen.
- c. door de milt buiten de buikholte te brengen en te laten vergroeien.

Cannon herhaalde de röntgenologische experimenten bij de kat.

Na contractie van de milt zag men steeds een vermeerdering van het aantal erythrocyten in het perifere bloed optreden, die na exstirpatie van de milt na het verrichten van arbeid uitbleef. Scheunert en Krzywaneck bevestigden de proeven van Barcroft bij den hond. Zelfs na een jaar had nog geen ander orgaan de functie overgenomen. Analoge proeven bij het paard strandden aanvankelijk op operatief technische moeilijkheden, vooral door de topische ligging der milt. Röder trachtte bij twee paarden de milt te verwijderen, hetgeen mislukte; Scheunert en Krzywaneck slaagden er evenmin in om een miltloos paard experimenteerrijp te maken. In 1927 lukte het aan De Kock en Quinlan, evenals later aan Krzywaneck en Berger, bij het paard een splenectomie te verrichten. Het geopereerde dier gaf na eenig draven absoluut geen verschil met de rustwaarden, waaruit zij de conclusie trokken, dat de milt het eenige bloedreservoir was.

Pathologische veranderingen van de milt kunnen door mechanische belemmering invloed hebben op de contractie, een conclusie die Haring trok, toen hij in twee gevallen van tuberculose der milt geen toename van de erythrocyten zag na voldoende gegeven beweging. Scheunert en Krzywaneck vonden bij een anaemisch paard met een vergroeide milt, dat na het verrichten van arbeid geen erythrocytenuitstorting plaats had. Bij de andere diersoorten zijn de gevonden verschillen voor en na beweging niet zoo groot als bij het paard, zooals Scheunert en Eppinger konden vaststellen.

Volgens Barcroft zou het grootste deel van het bloed dat in de milt voorhanden is, aan den normalen bloedsomloop niet deelnemen, een rechtstreeksche verbinding tusschen arterieel en veneus stelsel zou het grootste deel van de miltpulpa buiten den gewonen omloop laten. Slechts bij zeer groote „zuurstof-

honger" zou door samentrekking van de milt een zekere hoeveelheid lienaal bloed in omloop worden gebracht. De meeste onderzoekers zijn het erover eens, dat de anoxaemie als essentiële prikkel voor de splenocontractie beschouwd moet worden. Deze prikkel loopt dan over het centrale zenuwstelsel, waarbij de afferente banen verschillend kunnen zijn, immers psychische toestanden geven eveneens een contractie en daardoor uitstorting van erythrocyten.

Roy toonde als eerste aan, dat een prikkelen van den splanchnicus een samentrekken van de milt veroorzaakt. Tournade en Chabrol deelden in 1924 mede, dat adrenaline verantwoordelijk voor de contractie is; in 1926 vond hij met zijn medewerker Hermann, dat de vagus geen invloed op de samentrekking uitoefent. Na bijnier-exstirpatie heeft toch een contraheeren van de milt plaats en men kan aannemen, dat het proces in twee fasen verloopt, n.l. eerst een snel in-tredende fase tengevolge van prikkelen van den zenuw en eerst daarna onder invloed van de adrenaline. De splanchnicus oefent een contraheerende tonus op de milt uit, want na doorsnijden van den splanchnicus wordt het miltvolume vergroot.

De milt geeft bij contractie slechts dan een vermeerderde uitstorting, wanneer deze zelf meer erythrocyten bevat dan het perifere bloed, hetgeen Cruickshank bij zijn onderzoekingen met katten kon aantonen, n.l. 20 % meer dan in het perifere bloed, welke conclusie door Feldberg en Lewin werd bevestigd, terwijl Scheunert en Krzywaneck dezelfde uitkomsten vonden bij het paard. Cruickshank opperde de mogelijkheid, dat organen, die rijk aan spierweefsel zijn, de haemoglobine zouden kunnen concentreren.

Met alle bovengenoemde feiten zijn de theorieën over de uitstorting van erythrocyten in het perifere bloed nog niet uitgeput. Zoo opperde Wirth de mogelijkheid, dat de indikking van het bloed een rol kan spelen, waarbij de capillairwanden doorlaatbaar voor plasma zouden zijn, zoals Dale en Laidlaw dat na een histamineshock zagen. Het lijkt echter onwaarschijnlijk, dat in zulk een kort tijdsbestek een vloeistofverschuiving kan plaats hebben.

Scheunert en Lang vonden, dat de toename van het

aantal erythrocyten niet berustte op een zwelling der erythrocyten of een toegenomen aanmaak. Verder zou het mogelijk kunnen zijn, dat de capillairen van de periferie met name in de spieren, dilateerden en in het centrale gebied contraheerden om daardoor een verplaatsing van het bloed te bewerkstelligen. Weerlegd wordt deze opvatting door *Abderhalden* en *Roske*, die bij honden geen verschil tusschen perifeer en centraal bloed konden aantonen, evenals *Strotmann* bij caviae en konijnen geen verschillen vond. *Neser* daarentegen toont duidelijk verschil aan tusschen bloed uit het oor en uit de vena jugularis bij het paard.

*Abderhalden* en *Roske* vonden, dat de theoretisch uitgerekende hoeveelheid bloed, die de milt van een hond kan uitstorten, niet in overeenstemming is met de werkelijk gevonden toename en meenden, dat de lever nog een rol speelt bij deze uitstorting. De opvatting, dat de lever mede als bloedreservoir fungeert, wordt gesteund door de onderzoekingen van *Grab*, *Rein* en *Jansen*. *Takagi* zag na splenectomie het volume van de lever toenemen. De bloedafgifte uit de lever is echter een geheel ander proces dan b.v. de afgifte van bloed uit de milt. Men kan niet zeggen, dat het door de lever afgegeven bloed uit een „reservoir” afkomstig is, het in de lever opgestapelde bloed is n.l. niet uit den arterieelen bloedsomloop geschakeld, want ook bij een z.g. stuwingslever wordt het orgaan even snel met bloed gevuld als de rechter boezem (*Rein*, *Grab*, *Jansen*).

*Krogh* en met hem *Orahovati* schakelen het splanchnicusgebied in als bloedreservoir, terwijl tenslotte *Wollheim* en *Eppinger* de huid als opslagplaats een functie toedenken.

Het feit, dat na beweging een uitstorting van roode bloedcellen in het perifere bloed plaats heeft, was o.a. voor *Oppermann*, *Meyer* en *Löwe* aanleiding om een correlatie trachten te vinden tusschen lichaamsbouw en prestatievermogen bij het paard. Al naar de meerdere of mindere toename van erythrocyten en haemoglobinegehalte na beweging, deelden zij de paarden in klassen in. Het hoogst werden die paarden geclassificeerd, waarbij de uitstorting van de erythrocyten en de toename van het haemoglobinegehalte het hoogst waren. Zij achten

bij aankoop van paarden het bloedonderzoek als voornaamste factor te moeten propagandeeren en op de tweede plaats een keuren op exterieur. De classificatie van Oppermann c.s. klinkt paradoxaal, immers paarden met groote reserves zullen juist na prestatie een geringe uitstorting geven. Zoo vond Harring juist bij oudere paarden kleine reserves met groote uitstortingen en een veel sneller optreden van vermoeidheid in vergelijking met paarden, die over een grootere reserve beschikten. Van Russische zijde is het vraagstuk veel uitvoeriger aangepakt en heeft Kushner bij trekpaarden van het Belgische type, die een verrichtingsproef hadden af te leggen, (n.l. den eersten dag 2 ton over 10 km in stap, dan 5 km draf en den tweeden dag 4 ton over 1 km; dit alles bij nat weer over een gravelpad) het aantal erythrocyten, het haemoglobinegehalte, de diameter der erythrocyten en de alcali-reserve bepaald. Daarbij bleek de toename van erythrocyten en haemoglobine bij de 10 km met last minder te zijn dan bij de 5 km draf zonder last. De erythrocytenuitstorting en haemoglobinevermeerdering van de beste paarden was belangrijk hooger dan die van de slechte paarden; ook het herstel gedurende de rust was bij de beste paarden sneller. Deze resultaten wijzen dus wel in eenzelfde richting als de waarnemingen van Oppermann c.s. evenals de latere proeven van Patrusev bij Russische dravers, die tot dezelfde waarden kwam.

## § 2. *Eigen onderzoek.*

In een reeks onderzoekingen is door mij bij 30 paarden de toename van het aantal erythrocyten na beweging bepaald. Bezien wij allereerst de erythrocytenwaarden van een halfbloed en een volbloed, waaraan verschillende beweging werd gegeven, n.l. korte snelle beweging, bestaande uit 200 en 440 m galop en een meer langdurige beweging 20 min. draf en 1 uur afwisselend stap, draf en galop.

*11 jarige halfbloedmerrie:*Erythrocyten Haemoglobinegehalte  
(Sahli)

Rustwaarde	7.27 millioen	83
200 m handgalop in de manege	8.76	100
20 min. draf in de manege	8.62	129

Aangezien een omrekening van „Sahli”-waarden tot gramprocenten haemoglobine uitkomsten geeft, die niet zonder meer vergelijkbaar zijn met de resultaten, verkregen met een modernere haemometer (Zeiss-Ikon) is van deze omrekening afgezien.

*11 jarige Fransche volbloed, ruin:*Erythrocyten Haemoglobinegehalte  
(Zeiss-Ikon)

Rustwaarde	7.28 millioen	13.6 gr.
440 m galop	9.28	16.8
1 uur afwisselend rijden		
stap, draf en galop	10.38	18.7
880 m gestrekte galop	11.93	20.8

Uit de gevonden waarden blijkt, dat de soort van beweging en de tijdsduur, dus de arbeidsdoseering, groote invloed heeft op de quantitatieve uitstorting. Men ziet, dat vooral de snelle gangen de maximale uitstorting te zien geven en niet de langdurende arbeidsprestatie.

Als oriënteerende proef werd een pletysmografisch onderzoek ingesteld aangaande de miltcontracties bij den hond, die analoog verliepen met wat in het literatuuroverzicht over deze materie werd gegeven (zie blz. 6).

Naar aanleiding van de onderzoekingen van O p p e r m a n n c.s. werd de mogelijkheid onder oogen gezien of het prestatievermogen af te lezen zou zijn uit het verschil in aantal erythrocyten vóór en ná een bepaalde beweging. Aanvankelijk dachten wij op grond van onze verkregen gegevens te moeten concluderen dat, hoe minder het verschil tusschen het aantal erythrocyten in rust en in beweging was, hoe hooger het prestatie-

vermogen geclassificeerd kon worden. Dit in tegenstelling met de opvatting van Oppermann en later Kushner, die juist vonden, dat hoe grooter het verschil bij rust en beweging was, het prestatievermogen hooger diende te worden aangeslagen \*).

Nadat echter gebleken was, dat de arbeidsdoseering, dus de soort der beweging van het grootste belang is en ook de tijdsduur een rol speelt, is het gewenscht voor een zuivere beoordeeling het te onderzoeken paard, zoowel geringe als veel beweging te geven, in casu de te verrichten arbeid licht en zwaar te doen zijn of, hetgeen echter eenigszins moeilijker te verwezenlijken is, de arbeidsdoseering bij alle paarden gelijk te doen zijn, zoodat een vergelijking meer verantwoord is.

Hirschfeld en Voûte \*\*) konden geen samenhang vinden tusschen een bepaalde, zelfs constante trekkracht (omgerekend per kgm arbeid en gemeten met trekkrachtmeter) en de toename van het aantal erythrocyten in het perifere bloed. De gedachtengang was de volgende: Een slecht paard zal zelfs bij matigen arbeid zijn reserve hoeveelheid aan erythrocyten moeten aanwenden om zijn zuurstoftransport op peil te houden; een goed paard daarentegen zal eerst bij inspannenden arbeid zijn reserve aanspreken en duidelijker het beeld van een erythrocytentoename geven ten opzichte der rustwaarde. Onderstaande tabel doet dit duidelijk uitkomen.

Paard	Erythrocyten- waarden in rust (millioen)	Matige beweging M.B.	Flinke beweging F.B.	Vershil R—MB	Vershil MB—FB
2	6.88	8.91	10.92	2.1	2
3	9.35	11.77	15.41	2.4	3.7
5	7.87	9.24	11.01	1.4	1.8
11	6.70	10.39	9.00	3.6	-1.3
12	8.06	9.36	10.05	1.3	0.7
13	8.00	8.20	11.08	0.2	2.8

Matige beweging was 500 m trekken in éénspan voor een

\*) De proeven werden genomen in het Zoötechnisch Instituut te Utrecht in 1938.

\*\*) Zoötechnisch Instituut R. U. Utrecht.



wagen door mul zand. Flinke beweging was 1000 m trekken voor wagen door mul zand.

Wij zien uit deze tabel, dat de rustwaarden een zeer groote strooiing vertoonen; deze wel zeer uiteenlopende waarden konden in alle andere proeven eveneens waargenomen worden. Het is dan ook niet gewenscht voor een rustwaarde een vaste norm te willen geven. Dit is zelfs niet eens mogelijk, men moet de paarden individueel beschouwen wil men een indruk omtrent het prestatievermogen krijgen. Uit klinisch oogpunt is het echter verleidelijk, door een op de middelbare fout steunende berekening een z.g. klinische rustwaarde te geven.

De tabel leert ons tevens, afgezien van de waarden van paard 11, dat na een flinke beweging de erythrocytenwaarde steeds stijgt en dat paard 13 dan het beste paard zou zijn, daar het voor een matige beweging weinig reserve heeft aangesproken en dit eerst deed na flinke beweging. Inderdaad was dit een zeer goede koudbloed; een waardevolle beoordeeling van deze dieren was echter niet voorhanden. Dit is juist één van de groote moeilijkheden in dit geheele onderzoek, dat men afhankelijk is van de subjectieve beoordeeling van de practische gebruikswaarde van het paard, die dikwijls afhankelijk is van persoonlijke appreciatie van den eigenaar, zoodat deze maatstaf altijd aanleiding zal geven tot een bron van fouten.

Een tweede serie proeven werd genomen met een twintigtal paarden, die onder dezelfde omstandigheden stonden wat voeding, verpleging en dagelijksche beweging betref. Dezen dieren werd op dezelfde grasbaan van 700 m gelijke beweging gegeven, n.l. 350 m stap, 350 m draf, 700 m handgalop en 700 m uitgestrekte galop (geen rengalop) op verschillende dagen, maar steeds op hetzelfde daguur en na de geheele ochtend stalrust te hebben genoten. De gevonden waarden zijn in onderstaande tabel opgeteekend.

Van deze paarden werd een subjectieve beoordeeling verstrekt door dengene, die gedurende twee jaar deze dieren dagelijks geobserveerd heeft en er mede werkte. Speciaal werd hierbij gelet op het uithoudingsvermogen en de goede gebruikswaarde der paarden. Voor deze beoordeeling wordt tevens verwezen naar blz. 29.

Paard	Leeftijd in jaren	Erythrocyten (mill.) Rust	Erythrocyten (mill.) Na beweging	Verskil
43	14	5.18	8.37	3.19
14	11	8.61	9.75	1.14
337	7	5.85	8.31	2.46
336	13	6.09	8.60	2.51
336	13	6.34	9.08	2.74
325	9	5.26	8.11	2.85
317	11	5.78	8.06	2.28
9	12	4.85	7.80	2.95
335	15	7.27	8.23	0.96
334	11	5.93	9.74	3.81
333	11	6.19	10.96	4.77
332	16	7.11	11.10	4.01
331	11	6.58	7.14	0.56
322	9	5.15	8.81	3.66
324	11	6.80	7.57	0.77
321	9	6.89	9.23	2.34
329	14	6.43	7.86	1.43
42	11	5.94	7.77	1.83
244	14	5.91	8.20	2.29
302	16	7.44	8.16	0.72
323	13	5.48	7.40	1.92
330	14	5.86	7.80	1.94

Enkele uitersten dienen besproken te worden, aangezien er steeds een vrij groote middengroep blijft, waaraan de methoden moeilijk te toetsen zijn. De beste paarden zijn volgens deze subjectieve beoordeeling de no's 335 en 325; de slechtste, dit zijn slappe paarden, de no's 333, 42 en 14. Wij merken op, dat juist 335 een zeer gering verschil in erythrocytenwaarden heeft en 333 een groot verschil, hetgeen dus niet met de proeven van Oppermann c.s. en Kushner overeenstemt. Van de anderen valt niet veel op te merken; de erythrocytenwaarden wisselen sterk en er is geen positieve correlatie vast te stellen, doch hier en daar kan men goede paarden zien met geringe verschillen en slechte paarden met groote verschillen.

Als vaste maatstaf is het verschil in uitstorting alléén niet betrouwbaar; de uitstortingsquanta kunnen op zichzelf dan ook slechts een aanduiding zijn.

## HOOFDSTUK II

### DE INVLOED VAN ADRENALINE OP DE TOENAME VAN HET AANTAL ERYTHROCYTEN IN HET PERIFERE BLOED

#### § 1. *Literatuuroverzicht.*

Binet en met hem vele andere onderzoekers zooals Barcroft, Wastl, Tournade en Chabrol, Henschen e.a. beschrijven uitvoerig den invloed van adrenaline-injecties op de contractiliteit van de milt, waarbij dan een toename van het aantal erythrocyten in het perifere bloed plaats heeft, gepaard gaande met een stijging van het aantal thrombocyten en leucocyten. Abderhalden en Roske vonden bovendien een daling van het watergehalte in het bloed. Zoowel adrenaline als pilocarpine, twee pharmaca, die tegenovergestelde werking op het vegetatieve zenuwstelsel hebben, verkleinen beiden het miltvolume; zooals uit het plethysmografisch onderzoek van Henschen blijkt. Hierbij heeft dan een contractie van de trabekelmusculatuur plaats; het contractie-effect wordt lang in stand gehouden door toediening van hypophyse praeparaten, en wel voornamelijk door de uit de achterkwab afkomstigen.

Binet met zijn medewerker Benhamou namen waar, dat na splenectomie bij den hond geen vermeerdering van erythrocyten in het perifere bloed optrad na adrenaline-injectie.

De practische, clinische beteekenis van de depotfunctie der milt wordt bewezen door het feit, dat bij bepaalde collaps- en shocktoestanden pharmacologische middelen in staat zijn, de bloeddepôts te ledigen en hierdoor de acute levensgevaarlijke toestanden op te heffen. Tot deze pharmacologische middelen behooren in de allereerste plaats adrenaline en zijn derivaten. De werking van adrenaline fundeert de verschillende function-

neele onderzoekingen. *B e n h a m o u* onderscheidt functioneel drie typen:

1. de depôtfunctie. (voor ons onderzoek de voornaamste)
2. de haematopoïese.
3. de functie der reticulo-endotheliale cellen.

Ten einde eenig inzicht in het mechanisme der miltcontractie te krijgen, sneed *L a n g* bij de rat de beide nn. splanchnici door en verkreeg dan na arbeid geen uitstorting van erythrocyten in het perifere bloed; werd de milt gedenerveerd, dan trad een volumevergrooting op. Het op dusdanige wijze experimenteerrijp gemaakte proefdier vertoonde na verrichten arbeid in het looprad geen uitstorting van erythrocyten, ook niet na toegevoegde adrenaline. Adrenaline zou dus niet direct op de miltspiersieren werken. *L a n g* komt evenals *T o u r n a d e*, *C h a b r o l* en *B i n e t* tot de conclusie, dat zoowel een nerveuse als een hormonale regulatie een rol spelen.

In het vorige hoofdstuk beschreven wij de voorname rol, die de milt speelt bij de uitstorting van erythrocyten in het perifere bloed.

*B i n e t* e.a. bestudeerden het bloedbeeld van den hond gedurende de asphyxie door sluiten der trachea. Het aantal normale erythrocyten van 7.9 millioen per cmm steeg na 3 minuten asphyxie tot 9 millioen per ccm en na 5 minuten tot 9.7 millioen. Als wij veronderstellen dat deze erythrocytentoename het gevolg is van de opgetreden anoxaemie, dan is dit verschijnsel vergelijkbaar met de waargenomen feiten op groote hoogte enz. (luchtvaart, hooge bergstreken). Normale individuen krijgen dus op groote hoogte (lage druk i.c. onderdruk-caisson) een geleidelijke vermeerdering van roode bloedcellen en kunnen zoo per eenheid bloedvolume een groote voorraad zuurstof vastleggen. Miltlooze individuen kunnen dit echter niet. En toch vond *S c h u b e r t* wel een vermeerdering van erythrocyten in het perifere bloed bij miltlooze honden in een onderdruk-caisson, hetgeen hem deed concludeeren, dat er nog andere opslagplaatsen van erythrocyten in het lichaam moesten zijn, b.v. de lever. *E c k a r d* toonde aan, dat splanchnicusprikkeling altijd een bloedafgifte uit de lever tengevolge heeft (zie ook vorig hoofd-

stuk). *Bouisset* meende, dat de samentrekking van de milt alleen niet een doorslaand bewijs is voor het uitstorten der erythrocyten, doch dat elk capillair-orgaan een bloeddepôt representeert. *Binet* verwijderde een gecontraheerde milt en onderzocht deze histologisch; er bleek bijna geen enkele erythrocyt meer in aanwezig te zijn, terwijl een verwijde milt vol zat.

Bij den gesplenectomiseerden mensch constateerde *Dominici* een toename van erythrocyten in het perifere bloed na een adrenaline-injectie, welk verschijnsel ook *Gradinisco* vond bij miltlooze honden en katten, waarbij deze onderzoeker tevens de bijniereën geëxtirpeerd had. Ook deze waarnemingen en proeven duiden er derhalve op, dat niet alleen de milt voor de toename van erythrocyten in het perifere bloed verantwoordelijk gesteld kan worden. Een onderzoek van het perifere bloed na adrenaline-injectie maakt een goed inzicht in de functie van de milt mogelijk.

*Hartmann* en *Jokl* zagen bij sportslui veel overeenkomst tusschen arbeid en adrenaline en stelden zich dat als volgt voor: Bij het begin van den arbeid heeft er adrenaline-uitstorting plaats, waardoor andere symptomen dan optreden als veranderingen, o.a. in het roode en witte bloedbeeld. De veranderingen in het witte bloedbeeld, zoowel na arbeid als na adrenaline konden wij niet bevestigen (zie aanhang II en III).

Zooals reeds is aangegeven, heeft injectie van adrenaline een groote praktische beteekenis voor het ledigen van het bloedreservoir in pathofysiologische omstandigheden, zooals bij collaps en shocktoestanden. In dit geval wordt het organisme exogeen beïnvloed; er kan echter ook een endogene prikkel plaats hebben om het depôt te ledigen, n.l. onder psychische omstandigheden, zooals emoties, angst etc., bij asphyxie en na arbeid, waarbij het lichaam zelf meer adrenaline produceert, zooals *Cannon* beschreef.

De vraag doet zich nu voor of het mogelijk zou zijn een bepaalde arbeidsdoseering, b.v. een trekproef of een arbeidsprestatie onder den ruitser bij het paard te vervangen door een bepaalde doseering exogeen toegediende adrenaline. Hierdoor zou men onafhankelijk worden van de hoeveelheid en de soort arbeid. Hiertoe werden door mij enkele oriënteerende proeven bij hon-

den verricht, alvorens de adrenaline als arbeidsdoseeringsvervangmiddel bij het paard toe te passen.

§ 2. *Eigen onderzoek.*

Bij een vijftal honden werd eerst de z.g. rustwaarde van het aantal erythrocyten en het haemoglobinegehalte bepaald en daarna intraveneus een bepaalde hoeveelheid adrenaline ingespoten; de minimale doseering bedroeg 25  $\gamma$ , de maximale 500  $\gamma$ .

Proefhond	Rust		Adrenaline intraveneus	Na adrenaline	
	Hb (Sahli)	E (mill.)		Hb (Sahli)	E (mill.)
„Spot”	106	5.77	25 $\gamma$	108	5.17
	101	9.93	25 $\gamma$	90	6.94
	86	7.15	100 $\gamma$	91	5.85
	94	6.96	500 $\gamma$	109	8.62
„Hans”	127	7.74	25 $\gamma$	129	10.43
	111	7.64	25 $\gamma$	127	8.02
„Don Juan”	88	6.09	50 $\gamma$	84	6.72
„Boef”	122	6.23	500 $\gamma$	109	6.06
„Rat”	92	6.56	20 $\gamma$	84	5.50

De tweede waarneming bij „Spot” en de eerste bij „Hans” geven den invloed aan van angst, die moeilijk is uit te schakelen bij het afnemen van bloed bij eenigszins onrustige honden, zoodat men een stijging der waarden krijgt. De tabel als geheel leert ons echter, dat adrenaline in genoemde concentratie geen effect heeft op de uitstorting der erythrocyten in het perifere bloed.

Ten einde nu na te gaan of in de doseeringen van 25  $\gamma$ —500  $\gamma$ , de milt ook contraheerde, werd onder totale narcose bij één der proefhonden de milt chirurgisch buiten de buikholte gebracht. Voor de adrenalinetoediening werd eerst een mogelijke invloed van de narcose op een eventueele uitstorting getest, daar A b d e r h a l d e n en R o s k e aangeven, dat chloralhydraat de erythrocyten- en haemoglobinewaarden doet dalen en aethernar-

cose een toename van erythrocyten en haemoglobine geeft en een afname van het watergehalte van het bloed.

Bij de 6 maanden oud zijnde bastaard-terrier „Rat”, een teef met een lichaamsgewicht van 4 kg werd na een voorafgaande injectie van 17.5 mgr. morphine, door middel van aether-chloroform inhalatie een totale narcose verkregen. Vóór de narcose bedroeg het aantal erythrocyten 6.56 millioen per cmm en het haemoglobinegehalte 92 (Sahli). Na het wegblijven der cornea-reflex bedroegen de waarden 89 (Sahli) en 7.16 millioen E. Deze gevonden waarden vallen binnen den foutengrens en men mag hieruit concludeeren, dat de narcose geen invloed op de uitstorting heeft. De daarna intraveneus toegediende hoeveelheid van 100  $\gamma$  adrenaline geeft een erythrocytenwaarde van 6.24 millioen; de milt trok zich heel duidelijk samen, een plethysmografische registratie mislukte echter.

In een tweede experiment, waarbij eveneens onder totale narcose de milt buiten de buikholte gebracht werd, bij een 5 maanden oud zijnde bastaard whippet teefje van 7½ kg lichaamsgewicht, bedroeg het aantal erythrocyten uit de miltvena 4.68 millioen. Na injectie van 250  $\gamma$  adrenaline in de vena femoralis registreerden wij een hoge bloeddrukstijging en een zeer sterke miltcontractie. Het aantal erythrocyten bedroeg nu 7.72 millioen per cmm en de haemoglobine 104 (Sahli). Daarna werden alle toe- en afvoerende vaten van de milt afgeklemd; de erythrocytenwaarde bedroeg toen 6.52 millioen. Na 15 min. werd opnieuw uit de vena femoralis een monster bloed genomen, waarvan het aantal erythrocyten 6.30 millioen bedroeg. Het samen-trekken van de milt gaf hier derhalve een uitstorting van ongeveer 3 millioen E per cmm, terwijl na het afklemmen van de miltvaten het erythrocytengehalte toch hoog bleef. Blijkbaar vangt de milt de erythrocyten als een opzuigende spons in de sinussen ook weer op.

Men kan zeggen, dat de proeven leeren, dat adrenaline in een geringe concentratie miltcontractie veroorzaakt, dat de bloeddruk stijgt en dat er een geringe vermeerdering van het aantal erythrocyten in het perifere bloed ontstaat, hoewel dit laatste niet altijd het geval was.

Tot nu toe bespraken wij niet de mogelijkheid of een bepaal-

de arbeidsdoseering bij den hond eveneens een vermeerdering van het aantal erythrocyten geeft, zooals wij die bij het paard leerden kennen. Bij twee honden werd een eventueele uitstorting nagegaan na het medelopen naast de fiets, waarbij de hond genoodzaakt was in een vlot draftempo te volgen. Als rustwaarde vonden wij bij een der proefdieren 5.8 millioen erythrocyten per cmm en een haemoglobinegehalte van 106 (Sahli); na een arbeidsdoseering van 5 min. draf was dit 6.16 millioen en 91 (Sahli). Bij het andere proefdier waren de uitgangswaarden 6.48 millioen E en 108 (Sahli) en de arbeidswaarden 7.58 millioen E en 110 (Sahli).

Inderdaad heeft hier dus een uitstorting van erythrocyten plaats gehad na beweging, hoewel de waarden niet zoo groot zijn als die wij bij het paard vonden.

Bij 7 paarden werd de invloed van adrenaline op de uitstorting der erythrocyten nagegaan. De protocollen aangaande deze experimenten verschaften ons de volgende gegevens:

*Paard A, aftandsche merrie.*

Het bloedmonster werd uit de vena jugularis genomen. De rustwaarde van het aantal erythrocyten bedroeg 6.54 millioen, Hb. 76 (Sahli). Na intraveneuse toediening van 1 mgr adrenaline teekenden wij na 1 min. voor de erythrocyten een waarde op van 5.66 millioen per cmm en Hb. 76 (Sahli). De adrenalinewerking bleef hier ten opzichte van een uitstorting negatief, blijkbaar was de doseering niet voldoende, hetgeen ook bleek uit een stijging boven de rustwaarde na toediening van een hoeveelheid van 2 mgr adrenaline. De gevonden waarden bedroegen 6.8 millioen E en Hb. 84 (Sahli). Bij een doseering van 3 mgr intraveneus waren de erythrocyten 6.73 millioen en Hb. 78 (Sahli). Na 15 min. rust werd opnieuw het erythrocytenaantal en het haemoglobinegehalte bepaald. Daarna werd het paard een korte drafreprise van 5 min. aan de hand gegeven en de vergelijkende waarden nagegaan.

De gevonden waarden bedroegen:

Rust : Hb. 70 (Sahli) en 6.49 millioen E.

Drafreprise: Hb. 70 (Sahli) en 7.66 millioen E.



*Paard B*, herhaling van de proef met 2 mgr adrenaline intraveneus.

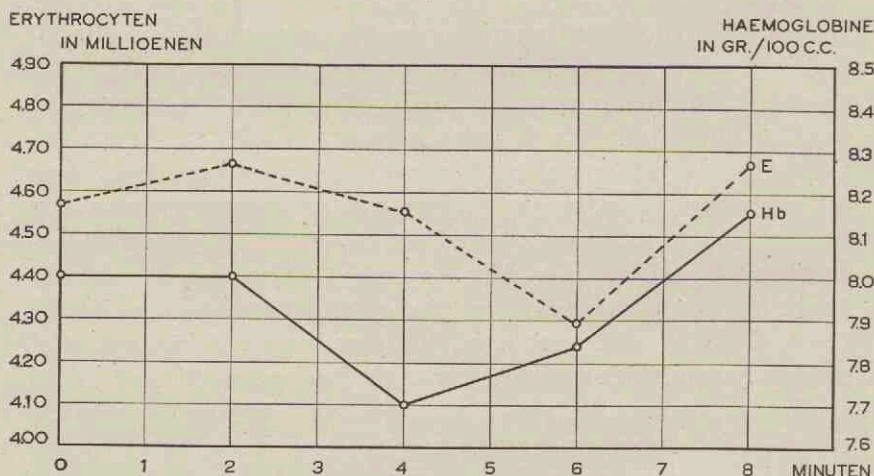
Rust: Hb. 75 (Sahli) en 6.32 mill. E.

1 min. na 2 mgr adrenaline: Hb. 75 (Sahli) en 6.94 mill. E.

Wij zien, dat er geen vermeerdering van het aantal erythrocyten heeft plaats gehad. Of de doseering is derhalve te laag geweest of de werkzaamheid van het adrenaline is te snel teruggelopen. Dit is echter niet waarschijnlijk, daar bij den mensch de stof wel werkzaam blijkt en ook in grootere doses bij het paard. Het middel werd nu in het vervolg subcutaan toegediend, waardoor de resorptie langzamer geschiedt, terwijl tevens de dosis werd verhoogd.

*Paard C*. Onderstaande kromme geeft een overzicht van het aantal getelde erythrocyten na subcutane injectie van 2 mgr adrenaline en de verschillen van de daarbij opgeteekende haemoglobinewaarden. Het tijdsinterval bedroeg hier telkens 2 min. en het bloed werd genomen uit de vena jugularis. De eerste waarde is de rustwaarde.

Fig. 1.

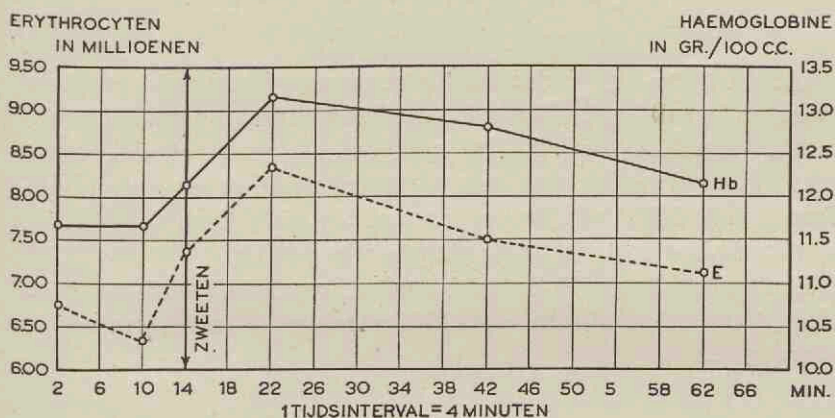


Uit de kromme kunnen wij opmaken, dat de doseering nog steeds te laag geweest is; ook van uiterlijke verschijnselen was

niets waar te nemen. De hoogste top van uitstorting manifesteerde zich na meer dan 8 min. na de injectie.

*Paard D.* In onderstaande kromme, waarbij de doseering verhoogd werd tot 3 mgr adrenaline, subcutaan toegediend, blijkt de hoogste top van uitstorting te komen 22 min. na de injectie (hetgeen ook *Benhamou* bij den mensch aangeeft), terwijl na 14 min. een sterk zweeten over het geheele lichaam optrad. Ook hier is de eerste waarde de rustwaarde.

Fig. 2.



Een doseering van 2 mgr adrenaline, subcutaan toegediend, had bij dit paard D geen effect; ook trad geen zweeten op, noch had een uitstorting van erythrocyten plaats. Na het verhogen van de dosis tot 4 mgr trad zeer heftig zweeten op na 12 min., terwijl na 24 min. een maximale uitstorting van 1 mill. erythrocyten opteekend kon worden.

Uit het experiment met paard D kunnen wij concludeeren, dat althans bij dit paard een doseering van 3 mgr adrenaline, subcutaan toegediend, voldoende is om een erythrocytenuitstorting te geven en dat de bloedafname dient te geschieden 20—25 min. na de injectie. Immers 4 mgr geeft wel een vermeerdering van het zweeten, maar geen grootere uitstorting van erythrocyten en 2 mgr blijft zonder uitwerking.

De proeven met de paarden E, F en G behelzen het opteekenen van de vergelijkende erythrocyten- en haemoglobinewaar-

den na beweging en het effect van een doseering van 3 mgr adrenaline subcutaan, waarvan onderstaande tabel een overzicht geeft.

Paard	Rust		Na beweging 440 m jachtgalop op vasten bodem		23 min. na 3 mgr adrenaline subc.	
	Hb	E	Hb	E	Hb	E
E	13.18 gr	6.67 mill.	18.24 gr	9.75 mill.	12.6 gr	6.14 mill.
F	12.3	6.35	15.4	8.55	14.1	7.06
G	10.3	4.90	14.72	8.30	10.4	4.56

Uit de tabel blijkt, dat de toename van het aantal erythrocyten na beweging 2—4 millioen cellen bedraagt, terwijl het inspuiten van 3 mgr adrenaline zoo goed als geen vermeerdering geeft. Hoogstens kan het een vermeerdering geven van 1 miljoen, zooals blijkt uit de proeven met paard D, doch deze is niet te vergelijken met de uitstorting na beweging.

Een adrenaline-injectie is derhalve, zooals uit onze proeven bleek, niet in staat een arbeidsdoseering door beweging te vervangen.

## HOOFDSTUK III.

### IS DE GROOTTE-ORDE VAN DE ALCALI-RESERVE EEN MAATSTAF VOOR HET PRESTATIEVERMOGEN?

#### § 1. *Literatuuroverzicht.*

K u s h n e r meent, dat de beoordeeling der productiviteit der huisdieren gezocht moet worden in de richting van een studie der bloedcomponenten. Waarschijnlijk is dit één van de best toegankelijke methoden om het probleem van de prestatie, een onderdeel van de constitutie, te benaderen. Wij hebben reeds de beteekenis van de roode bloedcellen leeren kennen, die bij het verrichten van een arbeidsprestatie quantitative schommelingen vertoonen en wij zullen nu een belangrijke factor in het bloed beoordeelen, n.l. de alcali-reserve.

Het koolzuur, voor zoover dat gebonden is aan het plasma, is daar in hoofdzaak aanwezig als natriumbicarbonaat. De hoeveelheid  $\text{CO}_2$ , die afgegeven wordt door het plasma na toevoeging van een sterk zuur, komt overeen met de hoeveelheid base, die door titratie gevonden kan worden. Als plasma verzadigd is met  $\text{CO}_2$  bij atmosferischen druk, dan bestaat practisch al de beschikbare base van het plasma uit  $\text{NaHCO}_3$  en de hoeveelheid hiervan vormt een maat voor de beschikbare base in het plasma en wordt dan alcali-reserve genoemd. Om redenen van practischen aard wordt als „alcali-reserve” gedefinieerd die hoeveelheid  $\text{CO}_2$ , die uit plasma gedreven kan worden nadat dit geëquilibreerd is met een gasmengsel, waarin de  $\text{CO}_2$ -druk slechts 40 mm Hg bedraagt (alveolaire  $\text{CO}_2$  spanning).

Door het verrichten van arbeid worden zure stofwisselingsproducten in het lichaam gevormd en deze geraken in het bloed. De alcali-reserve zorgt nu voor een neutralisatie van deze pro-

ducten, waardoor de  $p_{\text{H}}$  in het bloed zoo constant mogelijk gehouden wordt.

Parade en Otto hebben zich in 1940 beziggehouden met het vraagstuk of de grootte-orde van de alcali-reserve een maat voor het prestatievermogen kan zijn bij trainingstoestanden, die zij bij den mensch wilden beoordeelen. Zij vonden, dat de absolute waarden van de alcali-reserve voor een trainingstoestand niet maatgevend waren, trainingstoestand en prestatievermogen stelden zij op één lijn. Deze laatste opvatting kunnen wij niet deelen. Winterstein, die onderzoekingen bij den mensch verrichtte, en Thörner, die met honden experimenteerde, kwamen tot de conclusie, dat een verhoogde alcali-reserve geen verband houdt met het verrichten van een meerdere prestatie. Deze uitkomsten zijn in tegenspraak met die van Herxheimer, die hogere waarden der alcali-reserve vond bij getrainde menschen dan bij ongetrainden, uitkomsten, die Simonsen verklaart uit het feit, dat hoe beter het ontstane melkzuur na het verrichten van arbeid geneutraliseerd wordt, hoe grooter het prestatievermogen kan zijn. De verklaring, die Wacker geeft is echter meer aanvaardbaar, n.l. dat het niet aan te nemen is, dat vrij melkzuur uit de spiercel in het bloed kan treden, omdat de melkzuurvorming in de cel in een zwak alcalisch milieu plaats vindt. Het overgaan in het bloed zou als natriumlactaat gebeuren.

In een onderzoek bij getrainde en niet-getrainde menschen vonden Parade en Otto, dat behoudens een enkele uitzondering, de afname van de alcali-reserve van de beste sportslui vergeleken met die van den absoluut ongetrainden mensch, liep van 5.58 tot 22.28 volume %, waarbij als arbeidsdoseering werd genomen 600 m hardloopen in 3 min. De afname van de alcali-reserve bleek dus geringer bij een goed ontwikkeld prestatievermogen van den proefpersoon. Het is dan ook niet gewenscht de absolute waarden aan te nemen, maar het verschil in alcali-reserve vóór en na het verrichten van een prestatie. Het verschil tusschen een getraind en een ongetraind proefpersoon zou dan liggen in een betere mogelijkheid der resynthese van de zure stofwisselingsproducten; vermoedelijk is ook bij getrainden het resynthesevermogen van de lever gestegen.

Parade en Otto gingen ook den invloed na, dien de per-

orale toevoer van alcalizouten en zure zouten op het prestatievermogen had en kwamen tot de conclusie, dat dit hierdoor ongunstig beïnvloed werd. Werden de proefpersonen voor het verrichten van een prestatie met ultraviolet licht, b.v. hoogtezoon bestraald, dan bleek de afname van de alcali-reserve na arbeid veel minder te zijn dan bij contrôleproeven, waarbij niet vooraf bestraald werd. Zij meenen dit te kunnen verklaren door aan te nemen, dat het vegetatieve zenuwstelsel een rol speelt en bovendien de hormonale invloed van de bijnier.

Het experimenteele bewijs voor deze opvatting leverden deze onderzoekers door het inspuiten van cortine, waarbij de daling na beweging belangrijk minder was. De resynthese wordt dus hormonaal beïnvloed.

De literatuur over de alcali-reserve waarden bij het paard na het verrichten van arbeid is niet alleen schaarsch, maar stelt ook in vele opzichten teleur. De eerste onderzoekingen op dit gebied werden in 1923 door C. Müller verricht, die na een jachtrit, derhalve na lange galopreprises in 45 minuten, een toename zag van het aantal erythrocyten en het CO<sub>2</sub> bindingsvermogen. Als normale waarden noteerde hij voor het paard 52—72 volume % in 100 cc plasma. Deze vrij groote schommelingen worden teruggevoerd op dagschommelingen. Korte, matige arbeid (welke wordt niet aangegeven) gaf een afname van het CO<sub>2</sub> bindingsvermogen; geforceerde arbeid (ook niet aangegeven) deed deze afname sterk toenemen en de waarden beliepen na arbeid 4.8 tot 31.8 volume %, CO<sub>2</sub> in 100 cc plasma.

Verder werd door Müller waargenomen, dat zoodra de lichaamstemperatuur stijgt het bindingsvermogen afneemt, zoodat het diepste punt der alcali-reserve samenvalt met de hoogst waargenomen lichaamstemperatuur. De Russische onderzoeker Kushner zag bij maximale trekproeven (4 ton over 1 km bij nat weer over gravelpad) bij zware Belgen een flinke daling der alcali-reserve, die zelfs nog aanhield in de daarop volgende 45 min. rust. Bij de beste paarden vond hij, behalve een grootere toename van de erythrocyten en het haemoglobinegehalte, steeds een mindere daling der alcali-reserve in vergelijking met de slechtste paarden. De bepalingen van de alcali-reserve, die verricht werden volgens een onbekende Russische methode, maken

een vergelijking met de gebruikelijke methodiek volgens Van Slyke zeer moeilijk, waarom wij van het geven van de cijfers van Kushner afzien. Hij geeft in een mededeeling van 1941 aan, dat jonge paarden met hooge absolute Hb, E en alcali-reservewaarden goede renpaarden worden.

Verschillende van de bloedcomponenten beschouwt Kushner als erfelijk. Bij een  $F_1$ -generatie van 2 kameelenrassen, evenals bij de  $F_1$  van muilieren, vond hij een beter „oxydeerend vermogen” dan bij de respectievelijke ouderdieren en hij stelde tevens bij deze  $F_1$ 's een grooter prestatievermogen vast.

Belangrijke verschillen bij bepaalde stammen van Engelsche volbloeds vond Patrushev in de bloedfactoren. Als gemiddelde waarden bij Orlov- en Amerikaansche dravers in rust vond Solun met de methode volgens Van Slyke 57.46 vol. %  $CO_2$  en na het loopen van een course daalde de alcali-reserve tot 24.52 vol. %  $CO_2$ . De veranderingen in het bloedsuikergehalte deed deze onderzoeker twee groepen onderscheiden, waarvan diegene de beste was, waarbij na het loopen van een course de gevonden waarden overeenkwamen met de gemiddelden van de alcali-reserve waarden en met de lage of middelmatige hyperglycaemie. De slechtste paarden toonden sterke afwijkingen t.o.v. de gemiddelde waarden en een sterke hyperglycaemie. Uit de Russische publicaties blijkt dus, dat in vergelijking met genomen proeven bij trekpaarden de beste uitkomsten worden verkregen, wanneer het onderzoek bij snelle gangen plaats heeft.

Kronacher en Hogreve hebben bij hengsten van Westercelle en Zwion (Oost-Pruisen) den invloed nagegaan van de training op verschillende bloedwaarden als pH, buffering, alcali-reserve en op de klieren met inwendige secretie. Zij vonden, dat dieren in volle training een duidelijke stijging van de testikel-, ovarium- en bijnierwaarden volgens de reactie van Abderhalden vertoonden. In de laatste phase van de training voor een zwaren afstandsrit vonden zij een daling van de alcali-reserve na arbeid (1 uur in afwisselende gangen rijden in de manege) zooals ook bij koudbloeds gevonden werd. De Zwioner hengsten gaven een sterkere daling te zien. Er waren groote individueele schommelingen, maar weinig of geen dag-schommelingen. De bepalingen werden gedaan in het serum en

de alcali-reserve gaf duidelijker verschillen dan de pH-waarden. Een waardeering op prestatie werd niet gegeven.

De verschillende onderzoeken hebben wel aan het licht gebracht, dat men door het bepalen van de alcali-reserve een indruk omtrent het prestatievermogen van het paard krijgt; met absolute zekerheid kan men dit vermogen met deze methode echter niet vastleggen. Vele factoren n.l. hebben een invloed op de alcali-reserve, zooals de voeding (Bartsch), meerdere of mindere pathologische afwijkingen der ademhalingsorganen (Jocks) en het hart en bovendien het reeds verkeer in een bepaalden trainingstoestand. Obuch en Schäper vonden dagschommelingen van 10 % en zijn hiermede in tegenstelling met de vondsten van Kronacher. Eftimescu, die met een groot paardenmateriaal, n.l. een 300 dieren werkte, vond een geslachtsonderscheid, n.l. dat de hengsten hogere waarden gaven, terwijl leeftijd, haarkleur en temperament geen invloed hierop uitoefenden; voor getrainde paarden geeft hij 20 % hogere waarden aan.

## § 2. *Eigen onderzoek.*

Wij konden over een twintigtal paarden beschikken, die onder gelijke milieu-invloeden stonden, zooals voeding, verpleging en werkzaamheden, terwijl steeds op hetzelfde uur van den dag rustbloed werd afgenomen, nadat de dieren den geheelen ochtend op stal hadden gestaan en dan na eenzelfde arbeidsdoseering bloed uit de vena jugularis genomen werd. Deze arbeid bestond uit 350 m stap, 350 m draf, waarna 700 m handgalop en 700 m uitgestrekte galop op een vasten grasbodem onder steeds vrij gunstige en constante weersomstandigheden. Voor de physiologische waarden zie aanhang I.

Hieronder geven wij allereerst de in de literatuur gevonden rustwaarden.

Evenals Solun vonden wij als gemiddelde rustwaarde 57.4 vol. % CO<sub>2</sub>, terwijl de gemiddelde waarde na beweging hooger ligt, doordat wij een andere arbeidsdoseering hadden dan Solun, die zijn proeven bij dravers nam na het loopen van een course. De volgende waarden konden wij vaststellen:



Auteur	Rust	Arbeid	Aantal paarden	Opmerkingen
Kronacher	61.88 vol. $\frac{0}{0}$	52.36 vol. $\frac{0}{0}$	niet opgegeven	bij 30 mm CO <sub>2</sub> druk druk niet aangegeven
Luchinetti	69.22 vol. $\frac{0}{0}$			
Bartsch	59.46 vol. $\frac{0}{0}$	57.6 vol. $\frac{0}{0}$		
Joeks	51.5 vol. $\frac{0}{0}$			Van Slyke
Eftimescu	35.7-74.0 vol. $\frac{0}{0}$		300	"
Solun	57.46 vol. $\frac{0}{0}$	24.52 vol. $\frac{0}{0}$		"
Voûte	57.4 vol. $\frac{0}{0}$	53.96 vol. $\frac{0}{0}$	32	"

Paard	Rust	Bew.	Paard	Rust	Bew.
43	58.5	52.5	335	59.3	58.4
14	64.0	55.5	334	64.27	59.9
337	58.0	55.0	333	55.0	60.2
336	58.0	51.0	333	44.6	57.2
336	62.4	53.7	332	56.7	53.9
325	47.2	46.0	331	59.8	47.5
317	62.8	56.0	322	60.9	49.6
324	64.2	58.2	321	54.5	54.3
329	54.1	55.7	42	49.1	54.9
244	61.5	58.5	302	57.1	49.2
323	53.5	49.7	330	59.3	55.1

Geven deze waarden ons nu een inzicht omtrent een eventueel verband tusschen de waar te nemen verschillen en het eigenlijke prestatievermogen? Om deze vraag te kunnen beantwoorden zou men moeten beschikken over een beoordeeling van het prestatievermogen dezer paarden, die in zekeren zin slechts zuiver subjectief kan zijn, immers deze is niet uit te drukken in een tijdseenheid, waarin de arbeid is verricht. Deze moeilijkheid heeft ook Kronacher ondervonden. Wij hebben daarom dengene, die de paarden sinds 2 jaar in hun dagelijkschen arbeid geobserveerd heeft en nauwkeurig aantekening gehouden heeft van alle bijzonderheden der paarden in en buiten den dienst, om een classificeering der onderzochte paarden gevraagd. Deze werd ons eerst gegeven, nadat het onderzoek verricht was en aan de hand van de gevonden alcali-reserve waarden werd een vergelijkende classificatie opgesteld.

Hieronder volgt de korte beschrijving der paarden:

Paard (hoefnummer)	Opmerkingen
335	Zonder twijfel het beste paard, een ideaal paard, steeds klaar om te werken.
325	Een volbloed met veel temperament, een taai paard.
317	Zenuwachtig paard met veel temperament, de kracht en de wil om te werken is aanwezig.
336	Wil steeds goed werken en heeft veel uithoudingsvermogen, tot het laatste toe in crossen. Drinkt veel.
324	Goed paard.
337	Veel temperament, nog geen prestaties van gezien.
334	Goed paard geweest, gaat achteruit.
329	Flegmatisch, lui, moet echt gereden worden, zou wel een prestatie kunnen leveren.
331	Goed paard.
332	Taai paard, wel kramperig.
322	Niets bijzonders.
321	Sparen wegens magerheid. Mogelijk wel goed. Geen proeven mee gedaan.
333	Slap paard.
42	Slap paard. Endometritis gehad.
43	Corneur. Goed paard.
302	Vervelend paard om te rijden, „sterke buffel”.
14	Slap paard, geen temperament. Bij werken snel oedeem achterbenen.
244	Inlander, hard paard, slappe achterhand. In jachtren met volbloeds nog eens tweede geworden.
330	Zeer goed springpaard geweest, maar heeft afgedaan.
323	Heeft afgedaan, slecht paard.

Deze tabel met de subjectieve beoordeeling van een ervaren ruiter en beroepsruiter heeft voor de beoordeeling groote moeilijkheden en bezwaren in vergelijking met de uitkomsten van het experimenteel onderzoek. Toch zijn er belangrijke gegevens uit te halen, welke voor het opstellen van een werkhypothese van nut kunnen zijn.

Volgens de literatuur zijn er drie beoordeelingsmethoden voor de gevonden alcali-reserve waarden aangegeven, te weten:

1. de absolute waarden volgens K u s h n e r.
2. de afwijkingen van het rekenkundig gemiddelde volgens S o l u n.
3. het verschil in waarden vóór en na beweging volgens P a r a d e en O t t o.

Houden wij ons voorloopig aan de „beste” en de „slechtste” paarden, dan zijn volgens de voorgaande tabel de hoefnummers 335 en 325 als de „beste” en de nr. 14, 42 en 333 als de „slechtste” paarden te beschouwen. De gevonden alcali-reserve waarden staan in onderstaande tabel:

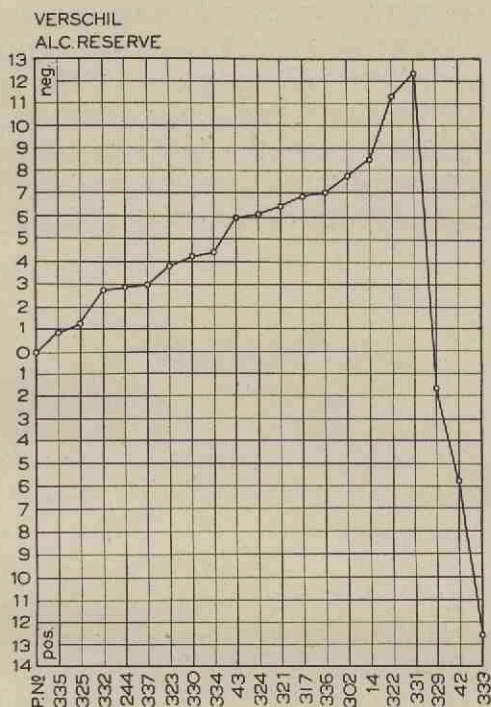
Paard	Abs. rust-waarde	Abs. bew. waarde	Afwijking van gem.		Verschil	
			Rust	Bew.		
335	59.3	58.4	+ 1.9	+ 4.4	— 0.9	Best
325	47.21	45.99	— 10.2	— 8.0	— 1.22	Goed
14	64.0	55.5	+ 6.6	+ 1.5	— 8.5	Slap
42	49.11	54.92	— 8.3	+ 0.92	+ 5.81	Slap
333	54.95	60.15	— 2.45	+ 6.15	+ 5.20	Slap

Deze tabel leert ons, dat wat de absolute waarden aangaat, zoowel bij goede als minder goede paarden hoge en lage alcali-reserve waarden gevonden worden. Ook de afwijkingen van het gemiddelde laten ons geen samenhang zien. Echter geven de verschilwaarden duidelijk aan, dat de laagste waarden bij de beste paarden voorkomen en de hoogere en positieve waarden bij de slechtsten. Waardoor deze laatste waarden positief zijn laten wij voorloopig in het midden; het gaat er ons allereerst om of deze waarden bruikbaar zijn om er mede te kunnen werken. Van paard 333 zijn de waarden  $2 \times$  bepaald; ten eerste om een eventueele schommeling te laten zien en ten tweede, dat een stijging der alcali-reserve na een bepaalde arbeidsdosering ook bestaat, hetgeen trouwens bij enkele andere paarden eveneens vastgesteld werd en dus niet op een foutieve uitkomst wijst. Bedoelde tweede waarneming gaf de volgende waarden:

Paard 333: Rust 44.63 Bew. 57.24 Afw. gem. —12.77 en + 3.24. Verschil + 12.61.

Rangschikken wij nu de paarden volgens hun verschillen in alcali-reserve vóór en na de beweging, dan geeft onderstaande kromme daarvan een indruk.

Fig. 3.



Wij zien dan, dat deze ranglijst in het algemeen heel goed overeenkomt met de subjectieve beoordeling (zie blz. 29). Slechts 5 paarden maken hierop een uitzondering, n.l. de paarden met de hoefnummers 317, 336, 302 en 329, die hoger geclassificeerd zouden moeten worden en 323 die lager gesteld moest zijn. Wij wijzen er echter op, dat de alcali-reserve waarde slechts een factor is, die beslist niet het *geheele* complex prestatie en uithoudingsvermogen kan waardeeren. In de algemeene samenvatting en bespreking zullen wij dan ook met de andere factoren combineeren.

Men diene er bovendien rekening mede te houden, dat wanneer men deze cijfers vergelijkt met die van andere onderzoekers, onze uitkomsten alleen gelden voor deze speciale klasse proefpaarden, die onder dit klimaat en onder bepaalde alimenteraire omstandigheden de vooraf bepaalde arbeidsprestatie ver-

richt hebben, waarbij elk paard als een zelfstandig individu beoordeeld moet worden met inachtnaame van eventueele anatomische afwijkingen en physiologische storingen, die op het arbeidsmechanisme invloed kunnen hebben. Het zou een kunstfout zijn de paarden star vanuit één gezichtshoek te willen bezien en in een afgepast ranglijstje te willen indeelen. De cijfers en de classificeering dienden hier om een werkhypothese te testen en niet het minst voor de overzichtelijkheid.

---

## HOOFDSTUK IV.

### HET BELASTING-ELECTROCARDIOGRAM.

#### § 1. *Literatuuroverzicht.*

Iedere hartcontractie wordt begeleid door elektrische verschijnselen; zooals bij iedere spiercontractie ontstaan er tijdens de hartcontractie potentiaalverschillen tusschen de actieve deelen van het orgaan en de niet actieve elementen. Het potentiaal verschil dat aldus kan ontstaan, wordt door middel van den snaargalvanometer volgens *Einthoven* of door middel van een oscillograaf geregistreerd. Het zoo verkregen electrocardiogram (ecg) is de som van de elektrische verschijnselen, die door de toestandsveranderingen van het hart worden opgewekt en van het tusschen de elektroden liggende weefsel.

De actiestroomen van het hart kunnen geregistreerd worden door onpoliseerbare elektroden rechtstreeks op de oppervlakte van het hart te plaatsen; men noemt dit dan een rechtstreeksche afleiding. Deze methode komt bij ons onderzoek natuurlijk niet in aanmerking. De meest gebruikte methode van onderzoek is de indirecte afleiding, waarbij de elektroden op de huid geplaatst worden.

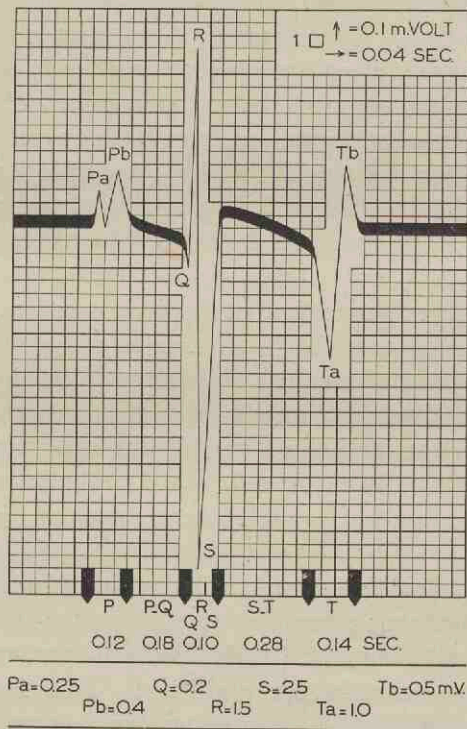
Volgens *Waller* is het potentiaalverschil het grootste tusschen de hartpunt en de basis van het hart, welke richting men de elektrische hartas noemt. Bij den mensch worden in den regel drie afleidingen gebruikt ter registratie van het electrocardiogram, nl.: afleiding I .... rechterarm-linkerarm; afleiding II .... rechterarm-linkerbeen; afleiding III .... linkerarm-linkerbeen.

*Einthoven* heeft in het normale electrocardiogram van den mensch een reeks toppen beschreven, die hij aanduidt met de letters P, Q, R, S, T. De P-top treedt op tijdens de boezem-

contractie, het QRST-complex tijdens de kamercontractie, waarvan de QRS-toppen zouden ontstaan tengevolge van het zich verspreiden van het prikkelingsproces over de wanden van de kamers.

Door Kraus-Nicolai werd een vaak in de veterinaire literatuur gebruikte nomenclatuur ingevoerd n.l. de letters A (atrium), I (initiaaltop) en F (finaaltop). Ter oriëntering volgt hierbij het normale eeg van het paard in de door mij gebruikte afleiding (zie blz. 58) met benaming en tijden.

Fig. 4.



De tijd die verloopt tusschen de P-top en het optreden van de Q-top geeft den geleidingstijd weer in den bundel van His. Daar de Q-top echter vaak niet aanwezig is, wordt hier ook wel den afstand tot de R-top voor genomen. Het QRST-complex

kan verlengd zijn, indien één van de takken van den bundel van H i s beschadigd is. Op het QRS-complex volgt een horizontale lijn, een iso-electrische periode, waarbij alle deelen van de hartkamers gelijkwaardig geprikkeld zijn, dus electricisch-physisch bezien dezelfde potentiaal hebben. De nu volgende positieve T-top ontstaat vermoedelijk door het verdwijnen van den prikkel uit den hartepunt, terwijl deze aan den basis nog zou bestaan. Inderdaad zet de prikkel in de hartkamers zich voort van af de apex naar de basis van het hart, men kent echter ook andere opvattingen. Het QRST-complex is de algebraïsche som van de electricische verschijnselen, die opgewekt worden door de linker en rechter hartehelft. Dit heeft men experimenteel kunnen bewijzen door het doorsnijden van den rechter en linker tak van den bundel van H i s.

Het electrocardiogram is een belangrijke aanwinst voor de kliniek om eventueele hartaandoeningen te kunnen diagnosti-seeren en te localiseeren, terwijl het tevens voor de physiologie van het hart een groote beteekenis heeft.

Eindhoven was de eerste, die het begrip „belasting-electrocardiogram" invoerde; waarbij hij verschillende temporeaire veranderingen in de curve waarnam. Verschillende onderzoekers zagen de groote waarde van het onderzoek in voor de medische sportkeuring n.l. de beoordeeling van atleten en sportbeoefenaren in het algemeen, en trokken uit een verkregen belasting-ecg de conclusie of het hart geschikt is om een bepaalde lichaamsprestatie te kunnen leveren. Door S c h l o m k a en vele anderen zijn uitgebreide proeven op dit gebied verricht, waarop wij straks terugkomen. Voor zoover door ons de literatuur is nagegaan zijn hartonderzoekingen door middel van belasting-ecg bij het paard tot nu toe niet verricht, althans nooit beschreven.

Voor het afleiden der actiestroomen bij het paard worden dezelfde afleidingen gebruikt als bij den mensch, waarbij de electroden, bestaande uit een metalen draad door bandageeren aan de ledematen worden gefixeerd. N ö r r gebruikte voor de afleidingen metalen platen als electroden. P i l z e c k e r gebruikte in navolging van den mensch naaldelectroden, die hij subcutaan aanbracht. Deze methode verdient geen aanbeveling



bij het paard, omdat gevoelige dieren zoals volbloedpaarden, er zeer onrustig door worden en het z.g. rustbeeld van het eeg. zijn waardeering verliest, daar de dieren zich immers door de onrust al een soort arbeidsdoseering geven.

Lautenschlager heeft verschillende soorten elektroden beproefd, o.a. handplaatellectroden, welke men gemakkelijk op verschillende plaatsen tegen het paardenlichaam aan kon drukken, doch gaf tenslotte aan de naaldelectroden de voorkeur. Een modificatie van de handelectroden volgens Lautenschlager werd voor mijn onderzoek gebruikt, welke in het hoofdstuk Methodiek nader wordt beschreven.

Door op 106 plaatsen van het paardenlichaam de elektroden aan te leggen heeft Lautenschlager tenslotte de plaatsen aangegeven, waarbij de mooiste electrocardiogrammen verkregen werden. Volgens deze onderzoeker dienen dan de elektroden aangelegd te worden op de plaatsen, waar de verlengden van de uiteinden van de hartas het lichaamsoppervlak snijden, de plaats dus, die Waller al bij den mensch aangaf, omdat daar het potentieel verschil het grootst is, n.l. bij het paard cranial in het midden van de rechter crista scapulae en links praecardiaal achter het ulnaargewricht. Het bleek aan Lautenschlager, dat deze punten overeenkwamen met de verlengden van de uiteinden van de anatomische hartas. De elektrische hartas wisselt steeds en is dus niet constant in richting, zooals Waller dacht.

Deze afleiding werd ook in ons onderzoek regelmatig gebruikt en bleek zeer goede beelden te geven. Nörr evenals Kahn pasten ongeveer gelijke afleidingen toe, die t.o.v. de hartas een goed eeg. waarborgen, n.l. linker onderborst en rechter voorborst en linker onderborst en rechter halsaanzetting. Ruffert bepleitte bij het paard drie afleidingen te nemen, waarbij afleiding I vervangen werd door rechterschouderblad en hartstreek in plaats van beide voorste extremiteiten en als derde plaats het rectum.

Het verdient aanbeveling de topaanduidingen P, Q, R, S, T als zijnde internationaal aanvaard aan te houden, zooals die oorspronkelijk door Eindhoven gegeven zijn en deze ook in de veterinaire nomenclatuur te gebruiken, eventueel, om het be-

zwaar van te weinig differentiatie op te heffen, met toevoeging van een a of b aan een bepaalde top (zie blz. 34). De aanduiding door andere letters, zooals die door Kraus-Nicolaï werd ingevoerd en bij het paard door Lautenschlager en Schlimpert en v.a. overgenomen werd, gebruikten wij daarom niet.

Komende tot het wezen van een belasting-electrocardiogram, dan dienen wij nog eens duidelijk te maken wat men hieronder in feite verstaat. Schlomka, die bij den mensch zeer vele belasting-electrocardiogrammen heeft gemaakt, stelde vast (Eindhoven, zooals reeds eerder aangevoerd, wees hier trouwens al op) dat een ecg., in rust afgeleid, verschilt van een ecg. na beweging of na een gedane, vooraf vastgestelde lichaamsprestatie ofwel een gedurende de beweging zelf opgenomen ecg.

Het bleek, dat 20—25 seconden na het ophouden van arbeid een beeldwisseling optreedt in het ecg en dat de ecg.'s, die gedurende de beweging opgenomen werden niets verschilden met die welke direct na het ophouden van een lichaamsprestatie werden afgeleid. Dit feit maakt de afleiding bij het paard dan ook eenvoudiger en kan het belasting-electrocardiogram direct na de beweging worden geregistreerd. Onder een *belasting-electrocardiogram* verstaat men nu het registratiebeeld van de elektrische verschijnselen der hartslag, direct na een verrichte prestatie.

Laurentius meent, dat ter verkrijging van een goed belasting-ecg. niet alleen een flinke arbeidsprestatie wenschelijk is, maar dat het tevens noodzakelijk is 3—6 minuten na het opnemen een tweede ecg. af te leiden, omdat dan eerst eventueele pathologische bijzonderheden duidelijk waar te nemen zijn. Practisch bleek deze methode bij het paard geen voordeel te bieden en wij beperkten ons tot het afleiden direct na den verrichten arbeid.

Op grond van op groote schaal verkregen belasting-ecg.'s heeft Schlomka bij den mensch een type-indeeling gemaakt, waarbij hij onderscheidt:

Een *type A*, waarbij de hartsfunctie zich aanpast aan de verrichte arbeidsprestatie. Na den verrichten arbeid wordt de amplitude van alle toppen kleiner, vooral van de T-top, en heeft

er een verkleining van de R-top en een vergrooting van de S-top plaats.

Een *type B*, waarbij juist een vergrootten van de amplituden der toppen optreedt na het verrichten van een arbeidsprestatie, wat op een minder goede aanpassing zou duiden.

Indien men de belasting vergroot, dan krijgt men eerst een daling der T-top en daarna een stijging, terwijl de relatieve systoleduur korter wordt. Dat een zenuwvloed hierbij een rol speelt ligt voor de hand en Herzum kon bewijzen, dat een verlaging of vervlakking van de T-top bij vagustonus optreedt. Ditzelfde verschijnsel konden Reindell, Debinsa, Albers, Heine en Hoogerwerf vaststellen bij atleten, waar de aanpassing niet zoo goed was. Bovendien meent Herzum, dat een hooge T-top op zou treden bij atleten met een hartshypertrophie. De hooge T-top en de heffing van het S-T stuk schrijft Van Muyden toe aan de werking van het middenrif, een opvatting, die door Schulz wordt bestreden. Eindhoven en ook Grosz schrijven een vergroote amplitude van de P- en de T-top toe aan een verhoogde sympathicuswerking. Zoo zag Schulz bij sportslui in 57 % en bij onge-trainde menschen in 81 % een verhoogde T-top na een bepaalde sportprestatie. Takenaka zag daarentegen bij getrainden zelden een grootere amplitude der P- en T-toppen. Volgens Reiselmann zou het stijgen der P- en T-toppen ontstaan door meerdere bloedvulling.

Wordt in een rustelectrocardiogram een hooge T-top gevonden met een kleine P-top en een kleine frequentie, dan zou dit volgens Hoogerwerf een indicatie zijn voor vagotonus. Albers en Heine vonden na arbeidsprestatie een hoogen P-top, terwijl het QRS-complex hetzelfde bleef als in rust.

Dat overigens de waardeering van het belasting-electrocardiogram nog vele punten van discussie openlaat, bleek uit de proeven van Steinhäus, die hij met honden nam. De dieren werden getraind op een looprad. Het rustelectrocardiogram vertoonde bij deze getrainde honden een lage P-top, die na het verrichten van arbeid in grootte toenam. Ten opzichte van niet

getrainde honden was de T-top daarentegen bij de laatsten steeds hoog.

V e s a vond bij proefpersonen, die hij als arbeidsdoseering een trap op liet lopen, de meest gebruikelijke test-arbeidsdoseering bij den mensch, aangepast aan den dagelijkschen huislijken arbeid, weinig verschil met het rust-electrocardiogram. Waarschijnlijk was de arbeid hier echter te gering.

Nog steeds is het een strijdvraag, wat nu de T-top eigenlijk precies weergeeft. Velen meenen, dat het de desactiveering van de kamer aangeeft, doch S c h u l z geeft aan, dat het nog een actieve functie zou zijn.

Een vervlakken van den T-top kon H a r t m a n vaststellen bij den mensch na toediening van adenosinphosphorzuur als gevolg van een bloedverschuiving naar de periferie van het vaatstelsel. Z b y s z e w s k i (geref. door B o d e n) geeft aan (1911), dat een toename van doorstromingsvloeistof bij het geïsoleerde konijnenhart een grooteren T-top geeft, hetgeen dus na arbeid zou voorkomen. Ook veranderingen in de hartspier zelf kunnen de amplitude van den T-top beïnvloeden, welk feit door de kliniek vooral bij myocard-afwijkingen bevestigd wordt (R e i s e l m a n n e n K o s t j u k o w).

## § 2. *Eigen onderzoek.*

In navolging van de gebruikte techniek bij den mensch hebben wij bij 33 paarden belasting-electrocardiogrammen opgenomen met behulp van handdrukelectroden (zie Methodiek), welke aangelegd werden op de door L a u t e n s c h l a g e r aangegeven plaatsen n.l. de punten, waar de verlengden van de uiteinden van de hartas het lichaamsoppervlak snijden.

Gaan wij allereerst ter wille van een duidelijk inzicht eens na de veranderingen, welke men bij den mensch aan het ecg. na het verrichten van een sportprestatie vindt, zooals deze door L e p e s c h k i n zijn samengevat. De P-top neemt hierbij in hoogte en breedte iets toe. P-Q wordt korter en negatief, bovendien naar boven toe concaaf, bij getrainde menschen en bij sterke belasting wordt de afstand P-Q het kortst. Ten opzichte van de R-top wordt de S-top grooter. Bij goed getrainden komt dit

verschil duidelijk naar voren, speciaal bij het type A van de indeeling, zooals Schlo m k a die geeft (zie blz. 37). Bij ongetrainde menschen, de typen B, ziet men na beweging eerst een hooger worden van de S-top en daarna een boogvormig dalen van de S-T. De T-top is bij beide typen primair verkleind en neemt daarna in hoogte toe; bij ongetrainden gebeurt dit sneller dan bij getrainde menschen, terwijl z.g. overtraining een negatieve T-top geeft. Meestal wordt voor deze veranderingen uitsluitend de Einthovensche afleiding II gebruikt, waarmee men bij eventueele vergelijking met onze cijfers wel rekening dient te houden, daar wij immers een andere afleiding gebruiken.

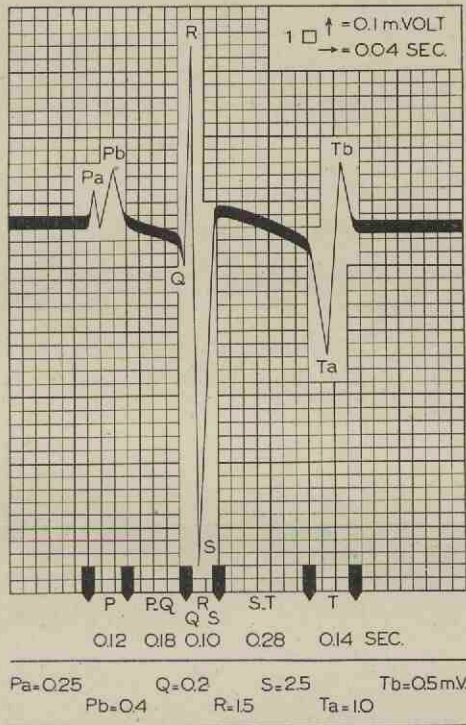
Wij beschikken over de volgende gegevens, welke een gemiddelde uitkomst zijn van de gevonden waarden van 33 belasting-electrocardiogrammen. Het getallemateriaal is door de moeilijkheden om de beschikking te hebben over proefdieren wel niet groot, doch voldoende om de noodige conclusies te kunnen trekken. Het normale rust-electrocardiogram van het paard toont de volgende grafiek (zie fig. 4).

De veranderingen, die daarin optreden na een voor alle paarden zelfde arbeidsdoseering, n.l. 350 m stap, 350 m draf, 700 m handgalop en 700 m uitgestrekte galop op vasten weidegrond, zijn:

- Psec. In 22 gevallen kleiner (gem. 0.05 sec.), in 9 gevallen gelijk en in 2 gevallen groter (gem. 0.03 sec.).
- Pmv. In 10 gevallen groter (gem. 0.16 m V), in 12 gevallen gelijk en in 10 gevallen kleiner (gem. 0.15 mV).
- P-Q. In 28 gevallen kleiner (gem. 0.075 sec.), in 4 gevallen gelijk.
- R. In 16 gevallen kleiner (gem. 0.17 mV), in 8 gevallen gelijk, in 8 gevallen groter (gem. 0.125 sec.).
- S. In 20 gevallen groter (gem. 0.38 mV), in 2 gevallen gelijk, in 10 kleiner (gem. 0,22 mV).
- T. Wordt in alle gevallen van diphasisch met een negatieve hoofdtop tot enkel positief, 4 blijven gelijk.
- QRS. In 10 gevallen kleiner (gem. 0.02 sec.), in 10 gevallen gelijk en in 3 groter (gem. 0.02 sec.).

S-T. In 31 gevallen kleiner (gem. 0.14 sec.), in 2 gevallen gelijk.

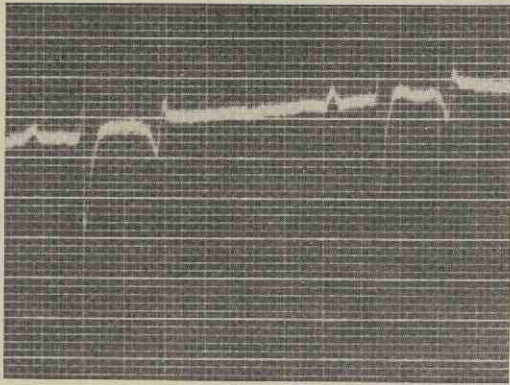
Fig. 4.



In vergelijking met den mensch valt hier dus op, met de gemaakte restrictie, dat de P-top in breedte afneemt en iets hooger wordt of gelijk blijft. De afstand P-Q presenteert zich verkort, S wordt grooter en R verkleint zich bij het paard evenals bij den mensch. Het merkwaardigste gedraagt zich de T-top, die positief wordt, een waarneming, die wij als *typisch* voor het *belasting-electrocardiogram* van het paard hebben te beschouwen, althans in de door ons gebruikte afleiding.

Resumerende kunnen wij zeggen, dat het *belasting-electrocardiogram* van mensch en paard veel overeenkomst vertoonen; in meerdere gevallen ook het *concaaf* worden van P-Q.

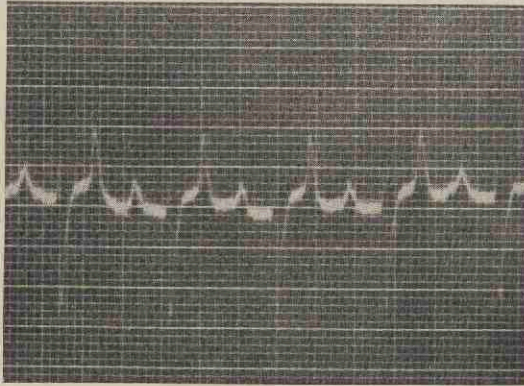
Fig. 5.



## Rustelectrocardiogram.

Psec. = 0,08 sec.      P—Q = 0,18 sec.  
 PmV. = 0,34 mV.      QRS = 0,10 sec.

Fig. 7.

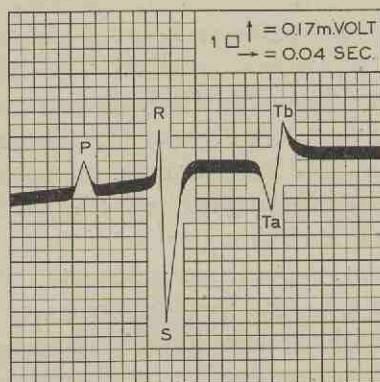


## Belasting-electrocardiogram.

Psec. = 0,12 sec.      P—Q = 0,12 sec.  
 PmV. = 0,48 mV.      QRS = 0,08 sec.

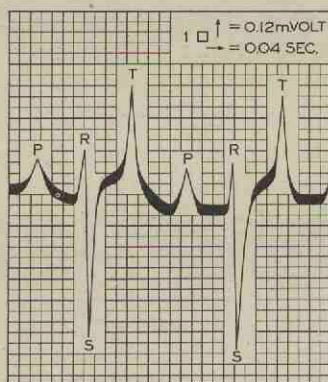
Alvorens wij een overtuigende conclusie trekken of deze vondsten eenige waarden hebben aangaande de beoordeling van het prestatievermogen bij het paard, dienen wij de absolute

Fig. 6.



R = 0,68 mV.       $T_n$  = 0,68 mV.      S—T = 0,20 sec.  
 S = 2,04 mV.       $T_b$  = 0,51 mV.      Tsec. = 0,14 sec.

Fig. 8.



R = 0,60 mV.      T = 1,08 mV.      S—T = 0,08 sec.  
 S = 1,56 mV.      Tsec. = 0,10 sec.

waarden eens te beschouwen. Een vergelijking is wel wat speculatief, omdat men elk electrocardiogram individueel dient te beoordelen, daar de schommelingen groot zijn en bovendien de



opname-apparatuur een rol speelt. Vooral Lepeschkin, die een uitvoerige studie over de electrocardiografie schreef, wijst nadrukkelijk op deze laatste factor. De grafische weergave verschilt al naar de gebruikte apparatuur. Deze verschillen vallen duidelijk op, wanneer bij hetzelfde individu een snaargalvanometer volgens Einthoven ofwel een spanningsmeter wordt gebruikt (zie Methodiek). De snaargalvanometer geeft een kleinere R-top, terwijl de S-top groter is; bij de stroomversterker neemt de hoogte van de T-top sterker af dan van het QRS-complex. Vergelijkt men de opname met de snaargalvanometer volgens Einthoven en die van de Zweedsche portabele electrocardiograaf „Junior”, een stroomversterker, dan noteeren wij bij hetzelfde paard en dezelfde afleiding onder dezelfde omstandigheden bij het rust-ecg. de volgende waarden:

Snaargalvanometer.

P is 0.55; R is 0.65; S is 1.7; T is — 0.9 mV. + 0.27 mV. „Junior”.

P is 0.55; R is 0.8; S is 1.5; T is — 0.8 mV. + 0.14 mV.

Dit zijn gemiddelden uit drie waarnemingen; de tijden zijn weggelaten, daar deze vanzelfsprekend geen invloed ondervinden. De waarden stemmen dus overeen met de gegevens uit de literatuur.

In onderstaand lijstje komt trouwens ook duidelijk uit, dat bij verschillende auteurs, die verschillende apparaturen gebruikten en tevens verschillende afleidingen, de schommelingen in de uitkomsten nog al groot zijn, hetgeen een vergelijking moeilijk maakt.

Auteur	PmV	P—Q	R	S	T	QRS	S—T	Afl.	Apparaat	Electrode
Pilzecker 180 gevallen	0.16	0.16	0.22	0.7	Fa 0.18 F 0.29 Fb 0.19	0.09	0.25	L. Ondb. R. Hals	Snaarg. Eint- hoven	naald
Schlimpert	0.29	0.18	0.25	1.67	0.51	0.11	0.38	L. Ondb. R. Hals	Siemens	naald
Voûte 33 gevallen	0.39	0.19	0.49	1.95	-0.61 0.40	0.10	0.34	L. Ondb. R. Hals	Eiga port	hand- druk

Hierin beteekent Fa enz. bij Pilzecker's cijfers de onderverdeeling in de nomenclatuur van Kraus-Nicolai. De afleidingen zijn alle volgens Lautenschlager. Pilzecker werkte uitsluitend met een snaargalvanometer volgens Eindhoven, de andere onderzoekers met stroomversterkers.

Wij vonden bij de 33 onderzochte paarden tweemaal een rust-ecg., waarin een enkele hartslag uitviel (part. hartbloc), terwijl twee andere paarden een belasting-ecg. gaven, waarin dit verschijnsel optrad. In het gebruik had men bij deze dieren nooit iets bijzonders opgemerkt; wellicht wijst het op een zenuwinvloed? Het is de vraag of dit bij de algemeene beoordeeling van het paard in rekening gebracht dient te worden (zie algemeene bespreking).

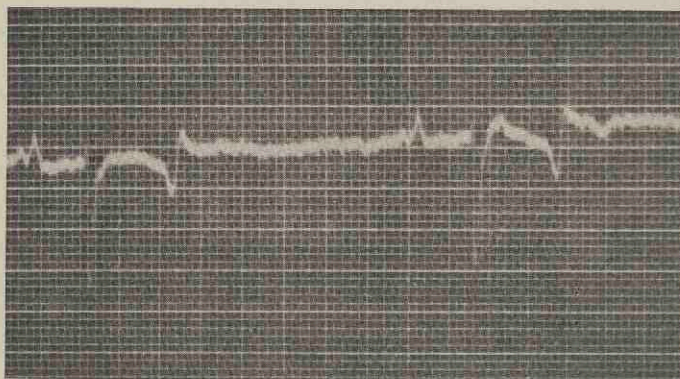
Bij de 33 paarden noteerden wij verschillende afwijkende T-toppen, vooral vielen enkele op door een abnormaal hooge T in het rust-ecg. Bij een onderlinge vergelijking met de andere paarden bleken deze dieren dan ook allen in het gebruik bekend te staan als „slap”; het betreft hier de paarden met de hoefnummers 333, 42 en 345 \*). Paard No. 42 vertoonde bovendien een diphasische T-top na de arbeidsdoseering. Bij veel paarden was een duidelijke invloed van de adembeweging op het hart-rhythme te zien, een z.g. respiratoire arhythmie.

Dat men uitsluitend op de beoordeeling van het belasting-electrocardiogram een uitspraak over het prestatievermogen van een paard zou kunnen doen was niet te verwachten, maar dat het als hulpmiddel, als onderdeel mede kan spreken tot het verkrijgen van een totaalindruk was tevens een onderdeel van onze werkhypothese. Tegelijkertijd wilden wij normale fysiologische waarden geven over de hartfunctie en wel na beweging, waarover tot nu toe, voor zoover wij konden nagaan, bij het paard niets bekend was. Slechts door een groot aantal dieren te onderzoeken zal men kunnen bepalen of er bepaalde regels zijn op te stellen en of de mogelijkheid bestaat er uit op te maken of het paard een bepaalde prestatie kan volbrengen ja of neen (o.a. course, rennen, zware arbeid).

---

\*) Zie voor de subjectieve en analytische beoordeeling bovendien blz. 29.

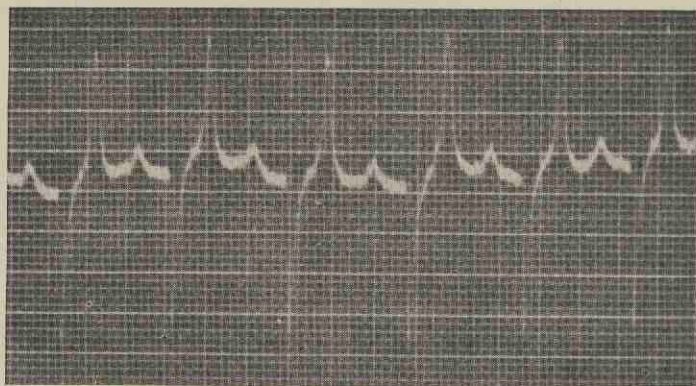
Fig. 9.



## Rustelectrocardiogram.

Psec. = 0,14 sec.    P—Q = 0,22 sec.  
 PmV. = 0,4 mV.    QRS = 0,12 sec.

Fig. 11.

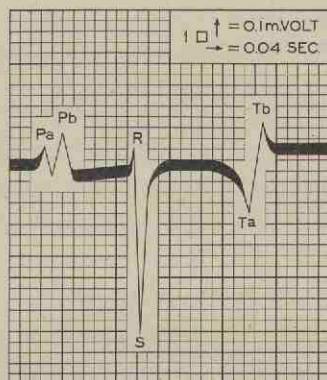


## Belasting-electrocardiogram.

Psec. = 0,08 sec.    P—Q = 0,10 sec.  
 PmV. = 0,4 mV.    QRS = 0,10 sec.

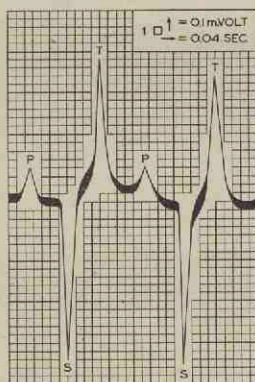
Gaarne wilden wij in ons onderzoek die dieren betrekken, welke bekend en beroemd zijn om hun goed uithoudingsvermogen, n.l. de volbloed Arabieren. Daar deze dieren zeer zuiver zijn gefokt en men dus mag aannemen, dat zij voor verschil-

Fig. 10.



R = 0,25 mV.      T<sub>a</sub> = 0,6 mV.      S—T = 0,28 sec.  
S = 1,50 mV.      T<sub>b</sub> = 0,25 mV.      Tsec. = 0,08 sec.

Fig. 12.



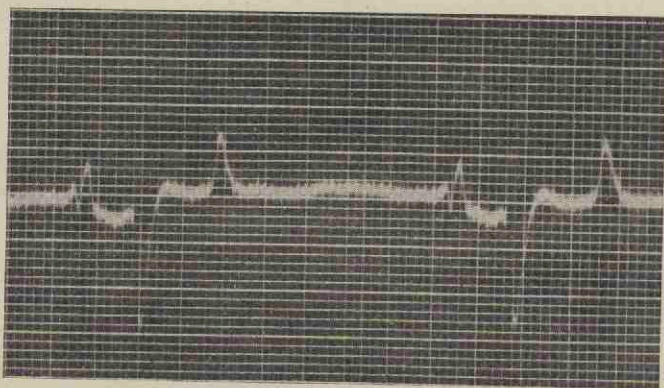
R = 0,      mV.      T = 1,6 mV.      S—T = 0,10 sec.  
R = 0,      mV.      Tsec. = 0,08 sec.

lende factoren homozygoot zijn, daarbij in de paardenfokkerij telkenmale voor de rasverbetering werden en worden ingevoerd en gebruikt, ook al om het uithoudingsvermogen te verbeteren en hun vermaarde constitutie, zouden deze dieren zich bij uit-

stek voor dit onderzoek leenen. Wij konden voor ons onderzoek de beschikking krijgen over een viertal volbloed Arabieren. Als arbeidsdoseering was het technisch alleen maar mogelijk deze te beperken tot een 20 tal galopronden aan de longe op de groote volte op zandbodem.

Drie van deze arabische paarden, waaronder 2 hengsten en 1 merrie, vertoonden in het rust-ecg. een sterke positieve T-top, die in het belasting-ecg. nog bleek te zijn toegenomen. Wij vonden dus niet de typisch uitgesproken verandering, n.l. het van diphasisch tot positief worden der T-top, die bij de andere halfbloedpaarden werden vastgesteld.

Fig. 13.

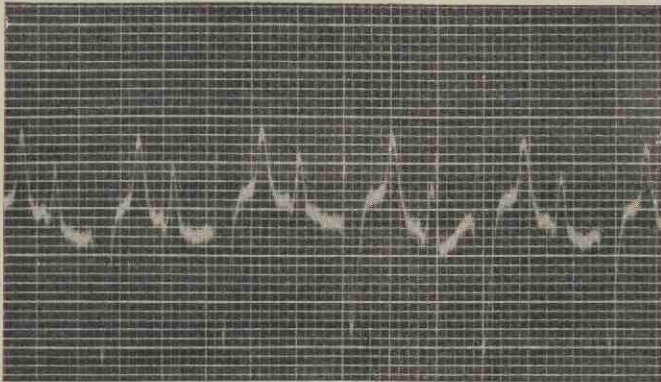


Rustelectrocardiogram Arabier.

Psec.	= 0,12 sec.	P—Q	= 0,16 sec.
PmV.	= 0,40 mV.	QRS	= 0,12 sec.
R	= 0,56 mV.	T	= 0,56 mV.
S	= 1,04 mV.	S—T	= 0,24 sec.
		Tsec.	= 0,12 sec.

Teneinde nu in het beeld, dat de electrocardiogrammen ons gaven, een eventueele analyse t.o.v. den invloed, die van de hartzenuwen (of van het geheele autonome zenuwstelsel) kan uitgaan, mogelijk te maken, hebben wij deze beïnvloed door verschillende pharmaca. Bij één onzer proefpaarden, een hoog in het bloed staande Hongaar, werd een belasting-electrocardiogram afgeleid, waarbij als arbeidsdoseering eenige galopreprijses aan de longe in zwaar manegezand werd gegeven. Dit paard

Fig. 14.



## Belasting-electrocardiogram Arabier.

Psec. = 0,08 sec. P—Q = 0,14 sec.

PmV. = 0,50 mV. QRS = 0,12 sec.

R = 0,8 mV. T = 0,8 mV. S—T = 0,06 sec.

S = 1,3 mV. Tsec. = 0,10 sec.

werd ingespoten met 30 mgr sulfas atropini en 25 min. na de subcutane injectie een electrocardiogram opgenomen. Een volgende dag werd 3 mgr hydrochloras adrenalini subcutaan ingespoten, waarna 21 min. na de injectie het electrocardiogram werd opgenomen en op een derde dag werd 3 cc Lentin-M e r c k subcutaan toegediend, waarna na 15 min. eveneens een electrocardiogram werd gemaakt. Onderstaande tabel geeft de gevonden waarden:

	Psec.	PmV	P—Q	R	S	T	QRS	S—T	Opm.
Rust	0.13	0.55	0.18	0.65	1.7	-0.9 0.27	0.10	0.20	gem 2 waarn.
Beweging	0.06	0.8	0.2	0.8	1.4	0.8	0.08	0.16	galop aan lange zwaar zand
Atropine	0.08	0.6	0.14	0.5	1.8	0.6	0.10	0.20	
Adrenaline	0.08	0.7	0.16	0.5	1.8	-0.9 0.4	0.10	0.20	veel spiertrillen 11 min. warm
Lentine	0.17	0.7	0.16	0.7	1.5	-0.6 0.3	0.10	0.16	speekselen mesten

Hieruit lezen wij, dat na atropine-injectie in hoofdzaak de T-top positief wordt en de P-top wat smaller. De reeds meerdere malen aangehaalde auteur *Lepeschkin* vermeldt, dat bij den mensch de P-top kleiner, maar soms ook groter wordt, terwijl de T-top verkleint. Bij het paard lijkt het electrocardiogram na atropine iets door den T-top op het belasting-ecg. en men vraagt zich af of men mogelijk iets nader tot de analyse van den T-top na belasting zou kunnen komen.

Na de adrenaline injectie zien wij den P-top iets smaller en hooger geworden; verder blijft alles ongeveer gelijk. *Lepeschkin* geeft voor den mensch aan, dat de P-top vergroot, P—Q kleiner wordt, R-top soms vergroot, soms verkleint, QRS steeds korter, S—T daalt, terwijl de T-top gaat vervlakken, dikwijls tot negatief toe, gevolgd door een verhooging van dezen top. Op de veranderingen van den P-top na is hier dus niets van te zien, evenals *Grut* waarnam.

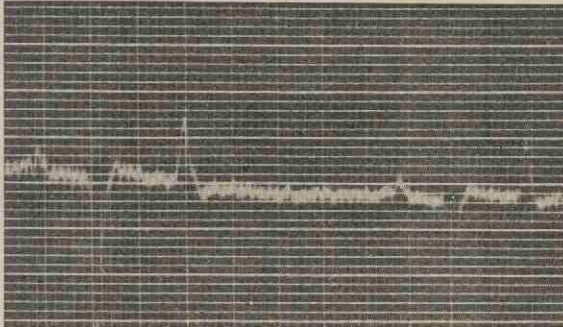
Tenslotte de werking der lentine, het carbaminoylcholinchloride, dat in werking overeenkomt met het acetylcholine. Volgens *Lepeschkin* zou het P—Q verlengen, de P-top doen afnemen, S—T doen dalen en ten opzichte van den T-top wordt zoowel een daling als een negatief worden genoteerd bij den mensch. De eenige veranderingen, die wij bij ons proefpaard naast de algemeene symptomen als mesten, speekselen en onrustig worden zagen, waren een weinig toename in hoogte en breedte der P-top, een verkorten van S—T en een van weinig belang zijnde verandering in S en T-top.

Resumeerende konden wij derhalve vaststellen, dat het blokkeeren van de vagus (atropine) een gelijke invloed op de T-top uitoefent als beweging en dat de R- en S-top, benevens S—T eenzelfde verandering onder invloed van het prikkelen der vagus ondergaan als door beweging. Een algemeene conclusie over den invloed der hartzenuwen bij beweging laat zich dus, misschien met uitzondering van de wijziging der T-top, niet trekken. Men moet echter wel bedenken, dat de algemeene symptomen, zooals bij de lentinewerking, ook hun invloed hebben, daar het paard onrustig wordt en dit het beeld zeer vertroebelt.

Wat de invloed van training aangaat, konden wij voor ons onderzoek over drie bekende dravers beschikken, die in volle

training waren. Bij twee goed doortrainde dravers vonden wij, evenals bij de volbloed Arabieren een lage R-top, een hoge S-top en een positieve T-top in het rust-ecg., welke laatste na beweging in hoogte toeneemt. Deze vondst doet de veronderstel-

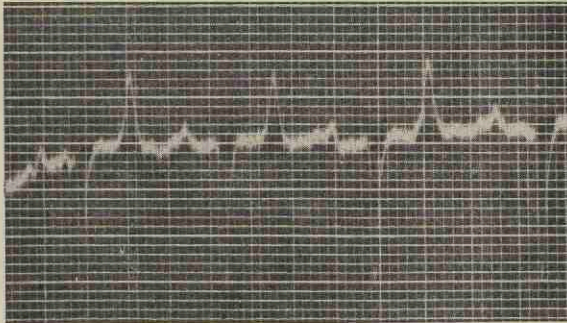
Fig. 15.



## Rustelectrocardiogram Harddraver.

Psec.	= 0,12 sec.	P—Q	= 0,18 sec.
PmV.	= 0,50 mV.	QRS	= 0,10 sec.
R	= 0 mV.	T	= 1,4 mV.
S	= 3,4 mV.	S—T	= 0,20 sec.
		Tsec.	= 0,08 sec.

Fig. 16.



## Belasting-electrocardiogram Harddraver.

Psec.	= 0,08 sec.	P—Q	= 0,12 sec.
PmV.	= 0,6 mV.	QRS	= 0,10 sec.
R	= 0 mV.	T	= 1,8 mV.
S	= 3,2 mV.	S—T	= 0,10 sec.
		Tsec.	= 0,12 sec.



ling naar voren komen of deze typische verandering in het eeg., welke zou kunnen wijzen op een bepaalde zenuwvloed (zie atropine eeg.), bij de dravers door training ontstaan zou kunnen zijn, terwijl het dan bij de volkomen ongetrainde Arabieren mogelijk genetisch vastgelegd zou zijn. Men zou dan van een bepaalde aanpassing of instelling van het vegetatieve zenuwstelsel kunnen spreken, die het organisme in staat zou stellen groote prestaties te leveren. Bij de eene categorie zou zich dit kunstmatig ontwikkeld hebben (dravers), bij de andere door in vroeger eeuwen juiste teeltkeuzen (op uithoudingsvermogen) genetisch vastgelegd zijn. Indien deze hypothese waarheid zou bevatten is deze uitermate belangrijk voor de fokkerij. Wij dienen echter over een veel grooter materiaal te beschikken, zoolwat zuiver gefokte Arabieren betreft als goed doortrainde dravers, als  $F_1$  generatie van Arabieren, benevens over eeg.'s van Engelsche volbloeds.

Ons proefpaard, de hoog in het bloed staande Hongaar, hebben wij in training genomen door hem 3 weken lang iederen dag 1 uur lang in tamelijk snelle gangen in zwaar manegezand onder den man te laten loopen. Dit is zeer zeker geen zware training,

	Psec.	PmV.	P—Q	R	S	T	QRS	S—T	Tsec.	Pols
Ongetraind Rust	0.14	0.6	0.22	0.7	1.6	-0.3 0.4	0.1	0.26	0.16	55
Ongetraind Bew., galop	0.06	0.8	0.2	0.8	1.4	0.8	0.08	0.1	0.06	105
Getraind Rust (gem. 3)	0.14	0.5	0.2	0.8	1.8	-1.2 0.1	0.1	0.3	0.12	45
Getraind Bew., galop 1e week	0.16	0.6	0.16	0.6	0.8	-0.3 0.2	0.08	0.18	0.14	60
Getraind Bew., galop 2e week	0.08	0.9	0.2	0.9	1.2	0.6	0.1	0.1	0.1	90
Getraind Drie beenen *) 60 sec. 3e week	0.14	0.6	0.18	0.8	1.7	-0.7 0.1	0.1	0.16	0.1	75

\*) De arbeidsdoseering door beweging op drie beenen wordt in het hoofdstuk Bespreking beschreven.

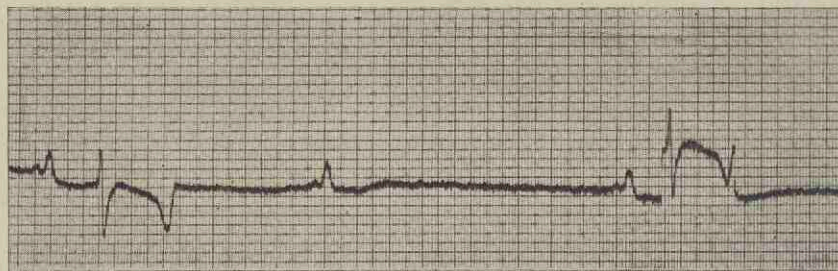
maar voor een 18-jarig paard, dat twee jaar lang niets gedaan heeft, toch voldoende om een indruk te krijgen welke invloed de training op het eeg. zou hebben. Uit onze protocollen lichten wij de volgende gegevens:

Bezien wij de gevonden waarden en wel eerst de rustwaarden ongetraind en getraind, dan zijn deze op de polsfrequentie en de T-top na gelijk (de S-top iets dieper). Dat bij training de polsfrequentie afneemt geeft ook Herxheimer aan bij den mensch en is bekend. Wij zien echter een bijna volkomen negatief worden van den T-top. Deze abnormale T-top werd ook gevonden bij de als „slap” aangeduide paarden; dit kan men van dit paard zeer zeker niet zeggen en het heeft zulk een top ook niet gehad. Wij wijzen dan ook meer op de bevindingen van Reindell, die een negatieve T-top vond bij overtraining. Voor dit paard, dat niets meer gewend was, gezien zijn leeftijd, was de tamelijk zware arbeid in korten tijd naar alle waarschijnlijkheid teveel.

Bij de beweging getraind, verdient vooral de T-top aandacht en wel speciaal in de derde week, waar deze negatief blijft, terwijl in de tweede week nog een normale positieve belasting-T-top bereikt werd. De vraag doet zich ook hier voor of er al een overtraining heeft plaats gehad. Bovendien deed zich de eigenaardigheid voor, dat een enkele maal in rust en ook één maal in beweging in eerste en tweede week een kamercontractie uitviel, terwijl bij de vele eeg.'s, die van dit paard gemaakt waren, nooit hier iets van bleek. Spelen hierbij de hartzenuwen (vagus) een rol? We durven ons hierover niet uit te laten, alleen is het wel de vermelding waard, vooral in verband met de pathologie. (zie fig. 17).

Volledigheidshalve worden de alcali-reserve waarden van dezen Hongaar vermeld. Deze waren voor de training: rust 57.75 vol. % CO<sub>2</sub> en na 80 sec. op drie beenen springen 51.25 vol. % CO<sub>2</sub>, terwijl deze waarden na de drie weken training bedroegen resp. rust 60.72 vol. % CO<sub>2</sub> en na 60 sec. op drie beenen springen 51.05 vol. % CO<sub>2</sub>. De verschillen zijn dus in beide gevallen ongeveer gelijk, maar er bestaat wel overeenkomstig de vermeldingen in de literatuur (Ewig, Herxheimer) een verhooging der absolute rustwaarden.

Fig. 17.



Rust-electrocardiogram getraind paard.

Psec. = 0,14 sec. P—Q = 0,2 sec. (wisselt)

PmV. = 0,5 mV. QRS = 0,1 sec.

R = 0,7 mV. T = 0,9 mV. S—T = 0,26 sec.

S = 1,1 mV. Tsec. = 0,12 sec.

Een derde harddraver, een merrie, dient in het kort nog afzonderlijk besproken te worden. Dit paard vertoonde n.l. een abnormaal hoge R-top, die na beweging, dus in het belasting-ecg. nog iets toeneemt, terwijl de T-top diphasisch blijft. Dit beeld in dezen vorm zagen wij bij geen der andere paarden. De arbeidsdoseering was 3000 m met matige snelheid en de laatste 1000 m op volle snelheid dravend, terwijl de beide andere op  $\frac{3}{4}$  snelheid liepen en dan 1000 m op volle snelheid bij mooi weer met matigen wind op grasbaan. Nu zou bij dit laatste paard, op grond van waarnemingen bij den mensch, waar vooral Reindell op wijst, een negatieve T-top in afleiding II (volgens Einthovens afl.) duiden op een overtrainingstoestand. Volgens den traineur van dezen harddraver zou overtraining uitgesloten zijn, daar het paard 8 weken in training is, geen snelheid kan ontwikkelen, en wel voornamelijk, omdat het geen drijvende kracht bezit, noch temperament, dus voor de course van geen belang is, en bovendien drachtig zou zijn. Volgens het ecg. zou het paard niet geschikt zijn voor dezen arbeid, een uitspraak, die noch voorbarig noch onjuist behoeft te zijn. Wij dienen hier echter eenige reserve in acht te nemen, omdat wij niet over voldoende cijfermateriaal beschikken om deze uitspraak te kunnen bewijzen. Het zou daarom zeer toe te juichen zijn, indien meerdere draver- en renstaleigenaren hun mate-

riaal voor nader onderzoek ter beschikking zouden willen stellen. Zooals het meestal met nieuwe dingen gaat, zijn vele paarden-eigenaren min of meer huiverig hun paarden voor onderzoek ter beschikking te stellen; zij onderschatten hiermede echter de groote beteekenis, die dergelijke onderzoekingen juist voor de draverij en renwezen en in de toekomst misschien ook voor henzelf kunnen hebben.

Wetenschappelijk is het bovendien van het grootste belang om een groot archief van electrocardiogrammen van getrainde paarden te kunnen aanleggen. De kennis van het normale eeg. bij het paard onder verschillende physiologische omstandigheden zou er zeer mede worden verrijkt, aangezien deze grootendeels, zoo niet geheel, nog ontbreekt.

---

## HOOFDSTUK V.

### DE METHODIEK.

#### A. *Het bloedonderzoek.*

Voor het bepalen der verschillende bloedwaarden werd het haemoglobinegehalte, behoudens een enkele uitzondering (met Sahli) bepaald met de haemometer van Zeiss-Ikon, waarbij steeds dezelfde cuvette werd gebruikt en met daglicht werd afgelezen. De gemiddelde waarde werd bepaald uit drie aflezingen.

De erythrocyten werden geteld in de telkamer volgens Bürker en wel  $2 \times 40$  kwadranten. Kwamen de gevonden waarden niet overeen, dan werd het gemiddelde van drie tellingen genomen. Het bloed werd in de melangeur tot deelstreep 0.5 opgezogen en verdund met de vloeistof volgens Hayem. Voor het tellen der leucocyten werd eveneens de telkamer van Bürker gebruikt, in de melangeur vermengd met de vloeistof volgens Türk en 40 kwadranten geteld.

Het morphologische bloedbeeld werd beoordeeld aan het uitsrijkpreparaat, dat gekleurd werd met een gemodificeerde methode van von Schilling, n.l. zooals deze door Deussing aangegeven werd, hetgeen een groote besparing van tijd met zich mede brengt (3 min. onverdunde Giemsa, 3 min. 1:2 verdund Azur eosine, 3 min. aqua dest. en drogen). In twee verschillende preparaten van hetzelfde bloed werden telkens  $2 \times 200$  cellen gewaardeerd.

#### B. *Bepaling der alcali-reserve.*

Voor het bepalen der alcali-reserve werd het door venapunctie verkregen bloed in een reageerbuis opgevangen en vermengd

met 2 druppels van een mengsel van oxalaat en fluoride (K-oxalaat 20 %, NaF 2½ %, pH 7.38) en het monster zoo noodig in de ijskast bewaard. Van hetzelfde paard werden voor deze bepaling op denzelfden dag 2 monsters bloed afgenomen, één voor het bepalen van de z.g. rustwaarde en het tweede voor het bepalen van de waarde na beweging. Onder rust wordt hier verstaan, dat het paard voor het afnemen van het eerste bloedmonster nog niet van stal was geweest. Het eerste monster werd steeds op hetzelfde uur van den dag afgenomen, n.l. te 13.30 ure. Van de monsters werden 5 cc bloed in een saturator volgens *Barcroft* gedaan (zie voor beschrijving methode: *Quantitative Clinical Chemistry* deel II by *J. P. Peters* en *D. D. van Slyke*, London 1932, blz. 232) en door inblazen van alveolairlucht op de vereischte spanning van 40 mm Hg gebracht, een methode, die later vervangen werd door CO<sub>2</sub> uit een voorraadvat in den saturator te brengen, hetgeen nauwkeuriger kon geschieden om den juisten druk te verkrijgen. Vervolgens werd de saturator met lucht aangevuld. (De CO<sub>2</sub>-spanning werd na afloop der bepaling steeds volgens de methode *Haldane* geanalyseerd.) Hierna werd de saturator gedurende 20 minuten in een waterbad van 38° C. geroteerd; daarna werd het bloed onder paraffine opgevangen en gedurende eenigen tijd weggezet om op deze wijze gemakkelijk het plasma te verkrijgen. In dit plasma werd met behulp van het z.g. „constant volume” apparaat van *Van Slyke* het aantal volume % CO<sub>2</sub> bepaald, dat een maat is voor de grootte der alcali-reserve.

### C. *Arbeidsdoseering.*

De arbeidsdoseering bestond, behoudens enkele uitzonderingen, die om technische redenen niet mogelijk waren, zooals bij de harddravers en de Arabieren, bij de meeste paarden uit de volgende prestatie, die ook voor het afnemen van het belasting-ecg. gebruikt werd: Op een baan van 700 m lengte, bestaande uit vasten grond, werd 350 m in stap afgelegd, een halve baan in draf, vervolgens een heele baan in handgalop en een heele baan in uitgestrekte jachtgalop, derhalve geen ren-galop. Enkele andere paarden, die voor de erythrocytenuitstor-

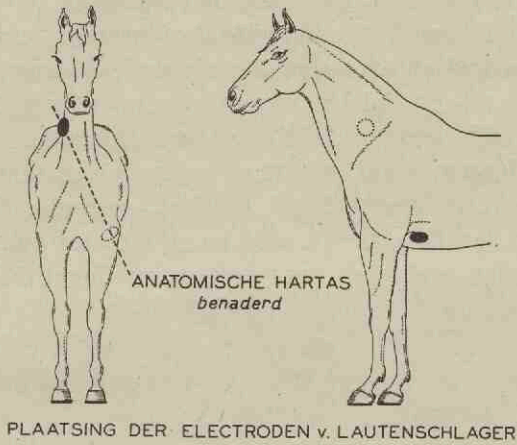
ting en adrenalineproeven gebruikt werden, kregen op een baan van 440 m op vasten bodem een doseering in den vorm van één baan jachtgalop. De Arabieren werden op lossen bodem gelongeerd en legden 20 ronden in galop af. Terwijl de harddravers 3000 m in matig tempo aflegden en 1000 m in snel tempo bij mooi weer en matigen wind. Vanzelfsprekend hadden wij gaarne allen denzelfden arbeid laten verrichten, daar een vergelijking dan beter geweest ware, maar met de harddravers was dit daarom al niet mogelijk, daar zij het tempo moesten presenteren, waarvoor zij getraind zijn en bij de Arabieren was de moeilijkheid, dat zij niet onder den man gereden konden worden. De bewegingswaarden werden onmiddellijk in aansluiting op de beweging genomen, de adem- en polswaarden 1—2 minuten er na.

#### *D. Electrocardiogrammen.*

De electrocardiogrammen werden gemaakt met draagbare electrocardiografen; de meeste met de Nederlandsche „Eiga”, een snaargalvanometer, die een schaduwbeeld op de filmrol werpt; verder met de Zweedsche electrocardiograaf „Junior” en die van Siemens, allen lampversterkers, die op een andere wijze registreeren dan de snaargalvanometer. Kahlson heeft er op gewezen, dat de spanningsmeting vele voordeelen biedt boven de stroommeting, zooals die door het apparaat van Einthoven geschiedt, waarbij aan het lichaam stroom onttrokken wordt, die door een snaar gevoerd wordt, welke in een magnetisch veld is gespannen. Hierdoor treden polarisatieverschijnselen op, zoodat de curve typisch beïnvloed wordt. Bij de spanningsmeters gebeurt de versterking van de potentiaalverschillen door middel van lampen en worden de variaties van den anodestroom door een spiegelgalvanometer geregistreerd. Hier is dus de galvanometer niet direct in de keten met het lichaam opgenomen.

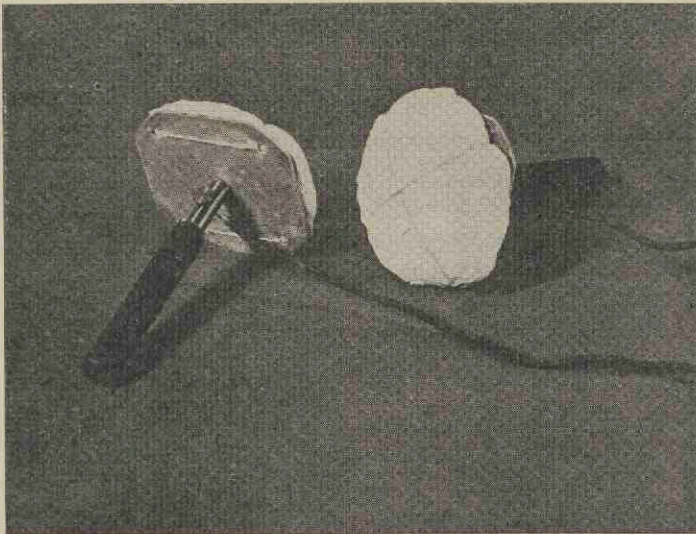
Steeds werd één afleiding gebruikt, n.l. die, waarbij de elektroden geplaatst werden op de linker hartstreek en midden voor het rechter schouderblad (fig. 18), de plaatsen waar, zooals reeds eerder vermeld, de verlengden van de anatomische hartas het lichaamsoppervlak snijden (Lautenschlager). Als

Fig. 18.



electroden werden door mij de gemodificeerde handdrukelectroden volgens Lautenschlager gebruikt, bestaande uit twee zinken platen van 7 cm middellijn, waaraan een geïsoleerd

Fig. 19.





handvat is bevestigd (fig. 19). De plaat wordt voorzien van een gewatteerd kussen, dat voor het opzetten op de huid gedrenkt werd in een 5 % zinksulfaat-oplossing, terwijl de huid eerst werd ontfet en eveneens met zinksulfaat werd bevochtigd, teneinde den weerstand tot een minimum te beperken; naderhand bleek zelfs gewoon leidingwater voldoende.

Het paardenmateriaal, waarvan gebruik gemaakt werd, was in goede conditie, bestond uit klinisch gezonde dieren en de groote groep van 30 paarden stonden alle onder geheel dezelfde omstandigheden wat voer, verpleging en dagelijkschen dienst betrof.

## HOOFDSTUK VI

### BESPREKING.

In de voorafgaande hoofdstukken werden enkele factoren afzonderlijk besproken, die betrekking hebben op het prestatievermogen van het paard, waarmede beoogd werd een beoordeeling van dit vermogen op te bouwen. Of deze poging geslaagd is kan eerst blijken na de analyse van enkele levensuitingen van het organisme om zoo tot een synthese te komen, waarbij getracht zal worden het geheel te zien als levend object. Dit brengt direct zijn moeilijkheden met zich mede, daar er wel bepaalde richtlijnen in de levende natuur zijn, doch geen starre paden. Immers wij hebben met bepaalde individuen te maken, die ieder op hun eigen wijze op hun omgeving en in dit geval op de van hen gevraagde prestatie reageeren.

De alcali-reserve is als de belangrijkste richtsnoer te beschouwen en wel in dien zin, dat een geringe daling der alcali-reserve na een bepaalde prestatie een gunstige beoordeeling geeft ten opzichte van het verwerken dier prestatie, m.a.w. een goed paard heeft een geringe daling der alcali-reserve. Dit geldt althans in het algemeen. De uitstorting der erythrocyten geeft een minder eensgezind oordeel, daar in enkele gevallen de theorie opgaat, dat een goed paard minder erythrocyten voor zijn zuurstoftransport behoeft op te roepen dan een paard, dat meer moeite heeft met diezelfde prestatie. Het belasting-electrocardiogram geeft ons slechts een indruk over een weliswaar zeer belangrijk orgaan, doch laat ons in hoofdzaak eventueele afwijkingen zien en er blijft dus een groote groep over, waarvan men kan zeggen, dat het hart de opgelegde prestatie naar behooren kan volbrengen. Het electrocardiogram heeft als een zeer belangrijke aanvulling van de beoordeeling zijn waarde. Wel schijnen

bovendien hieruit op andere gebieden zeer belangrijke conclusies mogelijk.

In 1932 kwam Schäper tot de volgende conclusie: Het resultaat van alle onderzoeken op dit gebied is zoodanig, dat constitutie, ras en prestatie van een individu op grond van zijn bloedbeoordeeling nog steeds niet met zekerheid juist te beoordeelen is. Men moet daarvoor eerst erfelijke factoren vinden. Wij tasten nog middenin de eigenschap-analyse van het bloed der huisdieren en slechts in enkele gevallen reeds in de erf-analyse. Men moet vele factoren, die alle bewezen hebben bruikbaar te zijn, samen nemen.

In 1927 kon Koltzoff bij caviae, kippen en koeien bepaalde stammen onderscheiden naar het katalase gehalte in het bloed en bleek dezen onderzoeker, dat deze factor ook op bepaalde wijze erfelijk was. Wat het laatste betreft hebben uit erfelijkheids-oogpunt de bloedgroepen bij den mensch nog steeds een actueele beteekenis. In deze richting zal het onderzoek dan ook voortgang moeten vinden wil men praktische resultaten verkrijgen voor de fokkerij. Op groote schaal zal men dienen te zoeken naar een factor als de alcali-reserve, die men toch als een zekere waardeeringsmaat kan beschouwen. Bovendien is de opvatting verantwoord, hoewel slechts steunende op zeer weinig cijfers, die een scherp omljnde conclusie wel niet toelaten, dat de analyses der electrocardiogrammen ons op het spoor kunnen helpen (zie proeven Arabieren blz. 48). De richting van het gecombineerde onderzoek zal de fokkerij dienen in te slaan, wanneer men op de meest economische wijze hoogst productieve dieren wil fokken.

Welke aanduidingen geeft de analyse van het electrocardiogram ons dan nog meer? Wij meenen inderdaad hieruit in zekere mate den trainingstoestand te kunnen aflezen, hetgeen beteekenis heeft voor dravers en renpaarden en waarvoor wij dan ook een geregelde controle door middel van het electrocardiogram bepleiten, temeer, omdat de praktische uitvoering zoo eenvoudig is.

In de literatuur is reeds lang beschreven, dat een trainingstoestand berust op een overheerschen van de vagus, hetgeen begrijpelijk is, indien wij bedenken, dat bij beweging de sym-

pathicus en het hormoon adrenaline zulk een belangrijke rol spelen. Hier raakt het organisme langzamerhand op ingesteld, teleologisch beredeneerd, door een vagustonus aan te nemen. Een bewijs voor dezen vagustonustoestand bij training zijn de volgende feiten:

Verlangzaming polsfrequentie (Herxheimer, Hoogerwerf).

Verlenging P—Q in het electrocardiogram (Hoogerwerf en Thörner, hond).

Vermeerdering lymphocyten (Herxheimer, Schenk, Schulz).

Hieraan kunnen wij nu toevoegen een vierde factor, n.l. de verhooging van den T-top in het rust-ecg., die wij dan als gevolg van de toename van het slagvolume willen zien, waardoor het hart economischer werkt en bij de verminderde frequentie toch dezelfde hoeveelheid bloed uitwerpt. Dit laatste beeld zagen wij niet alleen bij de dravers, maar ook bij de Arabieren. Eindhoven, Kraus en Nicolai beschreven reeds een hoge T-top bij krachtige hartswerking bij atleten. In herinnering willen wij brengen, dat veranderingen in de bloedhoeveelheid geen arterieele bloeddrukstijging ten gevolge hebben, daar het bloed in het veneuze stelsel komt, maar door verhoogd slagvolume komt het in het arterieele stelsel en geeft dan bloeddrukstijging.

Het is te begrijpen waarom in het rust-ecg., zoowel als in het bewegings-ecg. wel eens een hartslag uitvalt, hetgeen een eventuele partieele hartblokkade zou doen vermoeden. Door training ontstaat toch polsverlangzaming, door toename van den vagusinvoer op de geleidingsprikkel in het hart; wordt nu de geleiding een enkele maal zoo vertraagd, dat de prikkel in het geheel niet doorkomt, dan valt er een hartslag uit. Het bewijs voor deze opvatting staat niet vast, wat niet wegneemt, dat wij er op meenen te moeten wijzen voorzichtiger te zijn in het diagnosticeeren van een partieele hartblokkade, daar het uitvallen van een hartslag in de registratie ook bij goede paarden zonder hartgebrek voorkomt.

Het witte bloedbeeld, speciaal de differentiatie, geeft geen verandering na beweging, noch na het inspuiten van adrena-

line \*). Maar wel bestaat er een verschil tusschen deze differentiaaltelling van het witte bloedbeeld der Arabische en andere paarden, waarbij de eersten een grooter aantal lymphocyten presenteerden. J o k l geeft bij sportslui een afname van lymphocyten aan en een toename van segmentkernige neutrophiele leucocyten, terwijl E g o r o f f bij den mensch na hardloopen een toename van lymphocyten vindt, waarmede S c h n e i d e r het niet eens is. T h ö r n e r en H e r x h e i m e r vonden bij training lymphocytose, hetgeen volgens hen op een parasymphatisch verschijnsel zou berusten.

Als eerste aanduiding voor een parasymphatische instelling bij de Arabieren hebben wij een hooge T-top gevonden, welke nog aannemelijk wordt gemaakt door het verhoogde aantal lymphocyten. Deze waarneming tilt den sluier op, die het goede uithoudingsvermogen der Arabieren tot nog toe steeds omhulde. Dit uithoudingsvermogen zou dan een erfelijke factor zijn en tevens den grondslag voor het wetenschappelijk bewijs, waarom men gaarne Arabieren in de fokkerij gebruikt, hetgeen tot nu toe nog alleen op empirische gronden berustte.

Door de geringe medewerking der eigenaren ten opzichte van het nemen van bloedmonsters was het ons onmogelijk bloed te verkrijgen van de getrainde dravers. Maar de veronderstelling is gewettigd, dat het vegetatieve zenuwstelsel zich bij dravers heeft ingesteld op het leveren van een prestatie door kunstmatige training en dat deze zelfde instelling bij de Arabieren genetisch is bepaald.

Moge het in de toekomst mogelijk zijn onderzoekingen in deze richting bij een groot materiaal, zoowel van Arabieren als van bastaarden, als van dravers en renpaarden te verrichten, om daarmede den grondslag te leggen voor een wetenschappelijke fokkerij. Dan pas zal het mogelijk zijn de fokkers op de juiste wijze voor te lichten en niet alleen hun bedrijf op economische wijze te voeren, maar er ook de productie van onze huisdieren ten nutte van het algemeen zoo groot mogelijk te doen zijn.

In de inleiding werd reeds aangegeven, dat de methodiek van het gecombineerde onderzoek de gezondheid van het paard niet

---

\*) Zie aanhang II en III.

mag aantasten, hetgeen door de aangegeven wijze ook niet plaats heeft. Aan den eisch ten opzichte van den eenvoud en verplaatsbaarheid der apparatuur wordt door de transportabele electrocardiograaf voldaan, terwijl het bloed in een laboratorium verwerkt kan worden, zoo noodig na eenigen tijd bewaren. Echter kleven aan de arbeidsdoseering, die wij gaarne universeel zouden zien, bezwaren; het is immers niet mogelijk gebleken alle dieren dezelfde arbeid te doen verrichten, daar de omstandigheden ter plaatse teveel moeilijkheden bieden. Doch hiervoor meenen wij een oplossing te hebben gevonden, n.l. door de z.g. drie beenen test, zooals die door R a r e y reeds in 1858 is aangegeven en jaren geleden eenigen opgang maakte bij het cor-nage-onderzoek aan de longe. Men bindt één der voorbeenen op en laat het paard aan de longe gedurende een nauwkeurig te bepalen tijd op drie beenen rondspringen. Deze wijze van arbeidsdoseering is voor het paard zeer inspannend, 80—100 sec. zijn voor dit doel ruim voldoende. Het groote voordeel van deze methode is, dat het voor ieder paard een vreemde arbeidsdoseering is, zoodat niet het eene dier er meer aan gewend is dan een ander, terwijl deze wijze van beweging geven bij geen der paarden, die in temperament en karakter zeer verschilden, eenige moeilijkheden opleverden, zooals wij herhaalde malen konden vaststellen. Helaas werd eerst bij het beëindigen van dit onderzoek deze methode voor ons toegankelijk, zoodat het niet mogelijk was alle reeksen proeven over te doen; echter in de toekomst lijkt ons deze methode de juiste weg om als universele arbeidsdoseering te fungeeren.

Resumeerende is de gang van het gecombineerde onderzoek als volgt: Men neemt van een paard in rust 10 cc bloed af uit de vena jugularis en direct daarna een rust-ecg. Daarna wordt het dier gedurende 80 sec. op drie beenen aan de longe aangedreven om vervolgens wederom 10 cc bloed af te nemen en een bewegings-ecg. af te leiden. Na de verwerking der bloedwaarden en analyses der ecg.'s volgt een beoordeeling hiervan, daarna brengt men pas de exterieur- en arbeidsgewilligheids-beoordeeling in het geding en alle deze te samen maken het trekken van een eindconclusie mogelijk.

## HOOFDSTUK VII.

### CONCLUSIES.

1. In de uitstorting van de erythrocyten in het perifere bloed na een arbeidsprestatie zit een neiging, dat het beste paard de kleinste uitstorting geeft.
2. Adrenaline kan een arbeidsprestatie, wat betreft de toename van het aantal erythrocyten in het perifere bloed niet vervangen.
3. De daling der alcali-reserve na een prestatie is een maat bij het paard voor de beoordeeling of het betrokken dier de arbeid gemakkelijk of niet kan volbrengen. Een geringe daling pleit voor een goede arbeidsprestatie.
4. Het belasting-electrocardiogram is een belangrijk hulpmiddel bij de beoordeeling van een goede hartfunctie en of het paard opgewassen is tegen de van hem verlangde prestatie.
5. Een goede trainingstoestand is uit het belasting-electrocardiogram af te lezen, hetgeen zeer belangrijk is voor draf- en renwezen, wat tevens de suggestie inhoudt, dat uit prognostisch oogpunt de prestaties van nieuwelingen te beoordeelen zijn.
6. Een wetenschappelijke beoordeeling op grond van bloedwaarden en belasting-ecg. van paarden dient de basis der fokkerij te zijn.
7. Er dienen proeven gedaan te worden om de erfelijkheid van verschillende bloedwaarden en ook van het electrocardiogramtype na te gaan.

## LITERATUR

- Abderhalden, E.* und *G. Roske*. Die Bedeutung der Milz für Blutmenge und Blutzusammensetzung. *Pflügers Arch* **216**, 308 (1927).
- Albers, D.* Vergleich zwischen Veränderungen des Elektrokardiogramms bei gesunden und kranken Versuchspersonen während Arbeitsleistung. *Z. klin. Med.* **140**, 410 (1942).
- Albers, D.* und *W. Heinen*. Einfluss von dosierter ergometrischer Arbeit auf das menschliche Elektrokardiogramm. *Arbeitsphys.* **11**, 402 (1941).
- Arnhold, J.* Über Unterschiede im Normal (Ruhe) Blutbild zwischen warmblütigen und kaltblütigen Pferden und das Verhalten beider unmittelbar nach Arbeitsleistung. Diss. Leipzig 1937.
- Arnhold, A.* und *F. W. Krzywanek*. Ein weiterer Beitrag zu der Frage der Erythrocytenvermehrung im menschlichen Blut nach körperlicher Arbeit. *Pflügers Arch.* **220**, 361 (1928).
- Asher, L.* Die Funktion der Milz. *Dtsch. Med. Wschr.* 1911, 1252.
- Backman, P., V. Pirilä, T. Raekallio* und *I. Väänänen*. Die Schwankungen im Kreatin- und Kreatiningehalt des Blutes bei fortgesetztem starken Training. *Skand. Arch. Phys.* **78**, 304 (1938).
- Bainbridge, F. A.* The physiology of muscular exercise. Longmans, London 1919.
- Bang, O.* The lactate content of the blood during and after muscular exercise in man. *Skand. Arch. Phys.* **74**, suppl. 10, 51 (1936).
- Barcroft, J.* Some effects of emotion on the volume of the spleen. *J. of Phys.* **68**, 375 (1930).
- Barcroft, J.* und *H. Florey*. The effects of exercise on the vascular conditions in the spleen and the colon. *J. of Phys.* **68**, 181 (1929).
- Barcroft, J., Murray, Orahovats, Sands* und *Weiss*. The influence of the spleen in carbon monoxide poisoning. *J. of Phys.* **60**, 79 (1925).
- Barcroft, J.* und *L. T. Poole*. The blood in the spleen pulp. *J. of Phys.* **64**, 23 (1927).
- Barcroft, J.* und *J. G. Stephens*. Observations upon the size of the spleen. *J. of Phys.* **64**, 1 (1927).
- Bariety* und *Kohler*. Effect of sympatholytic drugs on bloodcount. *C. R. Soc. Biol.* **131**, 754 (1939).
- Bartsch, M.* Über den Einfluss von körperlicher Arbeit auf die Blutzusammensetzung und die Verwertbarkeit der van Slykeschen Methode zur Ermittlung der Acidose. Diss. Berlin 1922.



- Behr, C. H.* Die Adrenalinleukocytose als Funktionsprobe des leukopoetischen Systems. *Z. klin. Med.* **136**, 219 (1939).
- Benedetti, P.—Q* Zeit des menschlichen Elektrokardiogramm. *Z. Kreislauff.* **32**, 732 (1940).
- Benhamou, E., Jude et Marchioni.* La splénocontraction à l'effort chez l'Homme normal. *C. R. Soc. Biol.* **100**, 456 (1929).
- Bennati, D. et J. Cuzin.* La réserve alcaline après excitation du bout périphérique du splanchnique. *Am. J. of Phys.* **90**, 280 (1929).
- Bickenbach, O.* Blutkreislauf- und Atmungskorrelationen als Grundlage konstitutioneller Leistungsfähigkeit. *Dtsch. Arch. Klin. Med.* **184**, 28 (1939).
- Binet, L.* La rate, organe réservoir. Paris, Masson et Cie. 1930.
- Boden, E.* Elektrokardiographie. Bd. 14 *Mediz. Praxis. Steinkopff, Dresden.* 1938.
- Boden, E. und P. Neukirch.* Elektrokardiographische Studien am isolierten Säugetier- und Menschenherzen. *Pflügers Arch.* **171**, 146 (1918).
- Bogdanow, W., W. Jan Kowski, I. Krajew und E. Tschuchina.* Restitutionsperiode bei Pferden nach dem Rennen. *Z. f. Züchtung* **31**, 193 (1934).
- Bouisset, L., L. Bugnard, et L. C. Soula.* Étude des rapports entre la rate et la masse sanguine: La rate considérée comme réservoir mécanique de globules. *J. de Phys. et Path. gen.* **28**, 31 (1930).
- Brandenstein, Fr. von* Gewicht und Masse des Herzens und Milz beim englischen Vollblutpferd. *Arch. wiss. u. prakt. Tierh.* **51**, 68 (1924).
- Cannon, W. B.* The emergency function of the adrenal medulla in pain and the major emotions. *Am. J. of Phys.* **33**, 356 (1914).
- Charton, A. et G. Minot.* Electrocardiogramme normale du cheval. *C. R. Seances Soc. Biol.* **137**, 150 (1943).
- Courtice, F. C., C. G. Douglas F. R. C. and J. G. Priestley.* Adrenaline and muscular exercise. *Proc. Roy. Soc. London B* **127**, 288 (1939).
- Cossio, P.* Einfache und genügende Paste zum Erhalten des Elektrokardiogramms. *Ref. Rev. argent. Cardiol.* **6**, 104 (1939).
- Cremer, H. D.* Eine einfache Methode zur Bestimmung der Alkalireserve mittels der destillationsapparatur nach Lang. *Klin. Wschr.* **18**, 1034 (1939).
- Cruickshank, E. W. H.* On the output of hemoglobin and blood by the spleen. *J. of Phys.* **61**, 455 (1926).
- Csinady, E. v.* Vergleichende elektrokardiographische Untersuchungen an Sporttreibenden. *Arbeitsphys.* **3**, 579 (1930).
- Dante Mosco.* Le variazioni dell' intervallo P—Q dell' electrocardiogramma subito dopo un esercizio fisico in rapporto alla frequenza del cuore. *Cuore e Circolazione* **26**, 65 (1942). (Ref.).

- Davis, J. E. and N. Brewer.* Effect of physical training on blood volume, hemoglobin, alkali-reserve and osmotic resistance of erythrocytes. *Am. J. of Phys.* **113**, 586 (1935).
- Delius, L. und H. Reindell.* Grundsätzliches zur Bewertung des Elektrokardiogramms bei gesunden und Kranken. *Dtsch. Arch. Klin. Med.* **181**, 67 (1938).
- Deppe, B., E. Kapal und H. Kirchof.* Über quantitative haemodynamische Beziehungen zwischen Muskelarbeit und Adrenalinwirkung beim Menschen. *Z. Kreislauff.* **32**, H. 1 (1940).
- Deseö, D. von.* Über die Funktion der Milz beim Verblutungstod. *Pflügers Arch.* **221**, 334 (1929).
- Dill, D. B., H. T. Edwards and R. H. de Meio.* Effects of adrenalin injection in moderate work. *Am. J. of Phys.* **111**, 9 (1935).
- Dirk, A.* Ein Vergleich zwischen den Veränderungen des Elektrokardiogramms bei gesunden und kranken Versuchspersonen während Arbeitsleistung. *Z. Klin. Med.* **140**, 410 (1942).
- Dominici, G. et C. Giordano.* Contributo allo studio comportamento della milza sotto dell' adrenalina. *Giorn. della. R. Acad. di Med.* **92**, 158. (Ref.).
- Ebert, Richard and Eugene.* Demonstration, that in normal man no reserves of blood are mobilized by exercise, epinephrine and hemorrhage. *Am. J. med. Sci.* **201**, 655 (1941).
- Edwards, H. T. and W. B. Wood.* A study of leukocytosis in exercise. *Arbeitsphys.* **6**, 73 (1932).
- Eftimescu, J.* Untersuchungen über die Alkalireserve des Pferdeblutes. *Z. f. Züchtung* **19**, 233 (1930).
- Egoroff, A.* Die Veränderung des Blutbildes während der Muskelarbeit bei Gesunden. *Z. Klin. Med.* **100**, 485 (1924).
- Einhoven, W. und B. Vaandrager.* Weiteres über das Elektrokardiogramm. *Pflügers Arch.* **122**, 517 (1908).
- Ewig, W. und R. Wiener.* Über die Wirkung maximaler körperlicher Anstrengungen. *Z. ges. exp. Med.* **61**, 562 (1928).
- Feldberg, W. und H. Lewin.* Versuche über Milz und Blutvolumen. *Pflügers. Arch.* **219**, 246 (1928).
- Filla, Enrico.* L'iperglobulia eritrocitica d'attivitã quale metodo per determinare la capacita lavorativa. *Ref.: Ber. Phys.* **129**, 288 (1942).
- Fornaroli, P.* Gli elementi figurati del sangue e l'eritropoiesi nell' allenamento muscolari. *Arbeitsphys.* **10**, 602 (1938/39).
- Germanow, N. J.* Veränderungen in Temperatur, Puls, Atmung und Blut beim Pferde bei Feldarbeit. *Dtsch. Tier. Wschr.* 1934, 23.
- Giordano, C. und P. Zeglio.* Die Adrenalinbestimmung im Plasma der arteriellen und venösen menschlichen Blutes. *Z. Klin. Med.* **135**, 212 (1939).

- Götze, R.* Züchterischbiologischen Studien über Blutausrüstung der landwirtschaftlichen Haustieren. Z. Konst. Lehre **IX**, 217 (1923).
- Groot, Th. de en G. M. v. d. Plank.* Concernant la quantité d'acide lactique continue dans le sang du cheval en rapport avec son état d'entraînement. Arch. neerl. Phys. **25**, 421 (1941).
- Groszenbacher, H.* Untersuchungen über die Funktion der Milz. Biochem. Z. **17**, 78 (1909).
- Grut, A.* Elektrokardiographische Veränderungen nach Insulin und Adrenalin. Z. Kreislauff. **33**, 137 (1941).
- Gurejew, T. T.* Die Einfluss der Training auf die Zusammensetzung des Blutes. Arbeitsphys. **5**, 489 (1932).
- Hargis, E. H. and F. C. Mann.* A plethysmographic study of the changes in the volume of the spleen in the intact animal. Am. J. of Phys. **75**, 180 (1925).
- Haring, H. O.* Die Bedeutung des Blutbildes und der Blutreserve für die Lungen- und Herzfunktionsprüfung beim Pferd. Diss. Hannover 1936.
- Hartmann, W.* Die Wirkung der adenosinphosphorsäure im Elektrokardiogramm. Z. Klin. Med. **121**, 424 (1932).
- Hartmann, E. und E. Jokl.* Untersuchungen an Sportsleuten. Veränderungen des morphologischen Blutbildes. Arbeitsphys. **2**, 452 (1930).
- Hartman, F. A. and R. S. Lang.* Action of adrenalin on the spleen. J. of pharm. and exp. therap. **13**, 417 (1919).
- Hauber, J. E.* Blutbild gesunder Pferde. Arch. wiss. u. prakt. Tierh. **51**, 77 (1924).
- Hawk, P. B.* On the morphological changes in the blood after muscular exercise. Am. J. of Phys. **10**, 384 (1904).
- Hecht, H. und I. C. Gupta.* Elektrokardiogramm und Vererbung. Dtsch. Arch. Klin. Med. **181**, 160 (1938).
- Henschen,* Die Chirurgie der Milz. Erw. Ref. Verh. VII Kongr. int. Rom. April 1926.
- Herve, L., Luis and Santander, M. Besoain.* The electrocardiogram in exercise. Rec. argent. de cardiol. **6**, 299 (1939). Ref.: Am. Heart J. **19**, (1940).
- Heimann, R.* Untersuchungen über die Groszenverhältnisse und den Hämoglobingehalt der Erythrozyten des Reservenblutes bei Pferden. Diss. Hannover 1936.
- Hellebrandt, F. A.* Exercise. Ann. Rev. of Phys. II, 411 (1940).
- Herzum, A.* Elektrokardiogramm des sogenannten Sportherzens und Belastungsprobe. Z. Kreislauff. **32**, 162 (1940).
- Herxheimer, H.* Trainingswirkungen. Bethe's Handbuch. Springer-Berlin 699 (1930).
- Hollmann, W.* Zur Bestimmung des electr. Herzachse. Z. Kreislauff **33**, 480 (1941).

- Hogreve, F.* Über Farbmessungen am Serum landwirtschaftlicher Nutztiere mittels der Zeiss'schen Stufenphotometer. Z. f. Züchtung **21**, 219 (1931).
- Hoogerwerf, S.* Elektrokardiographische Untersuchungen der Amsterdamer Olympiadekämpfer. Arbeitsphys. **2**, 61 (1930).
- Jocks, O.* Über die Bestimmung der CO<sub>2</sub> Kapazität des Pferdeblutes in einigen Krankheitsfällen der tierärztlichen Praxis. Diss. Berlin 1924.
- Jokl, E.* Blutuntersuchungen an Sportsleuten. Arbeitsphys. **4**, 379 (1931).
- Joly, Fr.* Les tests cardio-vasculaires des sportifs. Rev. Med. **58**, 148 (1941).
- Kahlon, G.* Eine neue Methode der Elektrokardiographie. Pflügers Arch. **220**, 132 (1927).
- Kahn, R. H.* Das Pferde-Elektrokardiogramm. Pflügers Arch. **154**, 1 (1913).
- Kienle.* Das Belastungs-ekg. Med. Welt 1942 no. 7.
- Knoll, W.* Arbeitselektrokardiogramm bei Sportsleute. Arbeitsphys. **5**, 1 (1932).
- Kohlrausch, W.* Zur Kenntnis des Trainingszustandes. Arbeitsphys. **2**, 46 (1930).
- Koltzoff, N. K.* Über erbliche chemische Bestandteile des Blutes. Z. f. induct. Abstamm. u. Vererb. Lehre **II**, suppl. II, 931 (1928).
- Kostjukow, I. I. und S. D. Reiselmann.* Änderungen im Elektrokardiogramm nach dosierter körperlicher Arbeit. Arbeitsphys. **3**, 415 (1930).
- Kraus, F., G. F. Nicolai und F. Meyer.* Prinzipielles und Experimentelles über das Elektrokardiogramm. Pflügers Arch. **155**, 97 (1914).
- Kronacher, C. und F. Hogreve.* Über einen neuen experimentellen Weg der Konstitutions- und Rasseforschung mittels lichtelektrischer quantitativer Absorptionsmessungen im Ultraviolett am Serum. Z. f. Züchtung **18**, 366 (1930).
- Kronacher, C. und F. Hogreve.* Arbeit als konstitutionsphysiologischer Reiz. Z. f. Züchtung Reihe B Bd. 30, 31, 32.
- Kronacher, C. und F. Hogreve.* Experimentelle Untersuchungen über das endokrine System landwirtschaftlicher Nutztiere mittels des interferometrischen Fermentnachweises der Abderhalden-Reaktion. Z. f. Züchtung B **24**, 1 (1932).
- Kronacher, C. und G. Lodemann.* pH-Zahl, Pufferung und Alkalireserve des Blutserums und individuelle Leistungsfähigkeit. Z. f. Züchtung B **24**, 1 (1932).
- Krumbhaar, E. B.* Les modifications apportées à la formule sanguine par l'ablation de la rate normale chez les mammifères. Le Sang 1932, 717 en Phys. Rev. **6**, 160 (1926).

- Krzywanek, F. W.* Neue Ansichten über die Funktion der Milz im Blutkreislauf. Berl. Tier. Wschr. **43**, 393 (1927).
- Krzywanek, F. W.* und *A. Arnold*. Der Anteil der roten Blutkörperchen im menschlichen Blut bei Ruhe und Bewegung. Pflügers Arch. **216**, 640 (1927).
- Krzywanek, F. W.* und *E. Berge*. Das Verhalten der Erythrozyten bei Ruhe und Bewegung bei einem milzlosen Pferd. Pflügers Arch. **232**, 478 (1933).
- Kushner, H. F.* Changes in bloodvalue of draft-horses during work and rest. C. R. de l'Acad. de Sci. de l'URSS. **22**, 380 (1939).
- Kushner, H. F.* Composition of blood in camels in relation to the working ability of these animals. C. R. de l'Acad. de Sci. de l'URSS. **18**, 681 (1938).
- Kushner, H. F.* Significances of haematological studies in horse-breeding. C. R. de l'Acad. de Sci. de l'URSS. **30**, 652 (1941).
- Lang, S.* Über die Vermehrung der roten Blutkörperchen im Blute nach der Arbeit. Z. ges. exp. Med. **103**, 756 (1938).
- Laurentius, P.* Über Fehler in der Methodik und diagnostische Schwierigkeiten bei der Beurteilung der Herzstromkurve nach Belastung. Z. Kreislauff. **33**, 170 (1941).
- Lautenschlager, O.* Grundlagen der Aufnahmetechnik des Elektrokardiogramms von Pferd und Rind und Ihre Ergebnisse. Diss. Gießen 1928.
- Lepeschkin, E.* Das Elektrokardiogramm. Kreislauf Bucherei Bd. 7, Steinkopf Dresden. 1942.
- Lepeschkin, E.* Elektrophysiologische Erklärung des normalen und pathologischen Elektrokardiogramms. Klin. Wschr. **18**, 1509 (1939).
- Lint, K. de.* Bijdrage tot de kennis van het normale electrocardiogram van den mensch. Diss. Leiden 1896.
- Luchinetti, F.* und *L. Neumayer*. Untersuchungen über Alkalireserve im Blutplasma des Pferdes und des Rindes. Arch. Tierheilk. **57**, 556 (1928).
- Lueg, W.* Haut und Elektrokardiogramm. Pflügers Arch. **212**, 649 (1926).
- Mark, R. E.* Nachwirkung kurzdauernder schwerer körperlicher Arbeit. Arbeitsphys. **2**, 129 (1930).
- Müller, C.* Untersuchungen über das Kohlensäurebindungsvermögen und Blutkörperchenmenge im Pferdeblut, unter besonderer Berücksichtigung starker zeitlicher Inanspruchnahme der Tiere. Diss. Berlin. 1923.
- Müller, L.* Vergleichende Untersuchungen über den Gehalt des Pferdeblutes an Blutkörperchen und Haemoglobin unter besonderer Berücksichtigung der Futterraufnahme bei nachfolgender Ruhe und Arbeit. Diss. Hannover 1920.

- Muyden, N. H. van.* Das Kammerelektrokardiogramm nach Arbeit bei herzgesunden mit dem Spannungselektrokardiograph registriert. Z. Klin. Med. **127**, 192 (1935).
- Neftel, A.* Über die Verwertbarkeit der QRS-Dauer des Elektrokardiogramms als Funktionsprüfung des Herzens. Z. Klin. Med. **140**, 16 (1941).
- Neser, C. P.* The blood of equids. 9th and 10th reports of Dep. Agric. Un. S. Africa 1923.
- Nice, L. B. and H. L. Katz.* Blood volume and haematocrit determinations in rabbits before and during excitement. Am. J. of Phys. **108**, 378 (1934).
- Normung der Elektrokardiogramme.* Z. Kreislauff. **32**, 528 (1940).
- Nörr, J.* Einführung des Elektrokardiogramms in die Veterinärmedizin. Arch. wiss. u. prakt. Tierheilk. **48**, 85 (1922).
- Nörr, J.* Über das Vorkommen der U-Zacke im Elektrokardiogramm des Pferdes. Z. ges. exp. Med. **24**, 96 (1921).
- Nörr, J.* Elektrokardiogramm vom Pferde. Berl. Tierartzl. Wschr. **30**, 549 (1914).
- Nottebaum, H.* Ableitung von Brustekg. Diss. Freiburg i. Br. 1940.
- Ohr, A.* Die Veränderungen der Q—T Dauer nach körperlicher Belastung. Z. Kreislauff. **33**, 716 (1941).
- Oppermann, Meyer und Löwe.* Untersuchungen über Beziehungen zwischen Blutausrüstung, Exterieur und Leistung bei Truppenpferden. Z. f. Veterinärk. **49**, (1937).
- Oppermann,* Über Blutreserven des Pferdes und Ihre Bedeutung für die Pferdezucht. Z. f. Gestütsk. **33**, (1938).
- Orahovats.* The spleen and the resistance of red cells. J. of Phys. **61**, 436 (1926).
- Parade, G. W. und H. Otto.* Alkalireserve und Leistung. Z. Klin. Med. **137**, (1940).
- Parin, W. W.* Der Mechanismus der Milzkontraktion bei Reizung sensibeler Nerven. Pflügers Arch. **228**, 329 (1931).
- Patrushev, V. J.* Physiological variation within English racehorses. C. R. l' Acad. Sci. l' U.R.S.S. **23**, 710 (1939).
- Pilzecker, B.* Reihenuntersuchungen an herzgesunden Truppenpferden. Diss. München 1936.
- Ptschelina, A.* Zur Frage des Einflusses von Blut aus der Nebennierenvena des Kaninchens vor und nach einer Reizung des Nervus Splanchnicus auf den isolierten Darm. Pflügers Arch. **220**, 371 (1928).
- Rein, H.* Physiologische Beziehungen zwischen der Leber und dem Energiestoffwechsel des Herzens. Klin. Wschr. **21**, (1942).

- Reindell, H.* Die Herzbeurteilung beim Sportsmann und die differentialdiagnostische Bewertung der Befunde im Elektrokardiogramm und Kymogramm. Dtsch. Med. Wschr. **65**, 1369, 1423 (1939).
- Reindell, H.* Kymographische und elektrokardiographische Befunde am Sporthenzen. Untersuchungen in Ruhe. Dtsch. Arch. Klin. Med. **186**, 485 (1938).
- Reindell, H.* und *L. Delius.* Blutdruck und Elektrokardiogramm bei verschiedenem Trainings- und Leistungszustand des Kreislaufes in Ruhe und nach starken körperlichen Belastungen. Verh. Dtsch. Ges. Kreislauff. 1939 p. 196.
- Reiselmann, S. D.* und *I. I. Kostjukow,* Änderungen im Elektrokardiogramm nach dosierter körperlicher Arbeit. Arbeitsphys. **5**, 1 (1932).
- Ritter, H.* Übergang des R-Zackes in die S—T Strecke. Münch. Med. Wschr. **89**, (1942).
- Roy, Ch. S.* The physiology and pathology of the spleen. J. of Phys. **3**, 203 (1880—'82).
- Rüffert, W.* Der dritte Ableitungsort des Elektrokardiogramms beim Pferde. Diss. Berlin 1937.
- Schäper, W.* Blutalkalitäts- und Blutalkalireserve Untersuchungen an Haustieren. Z. f. Züchtung **21**, 106 (1931).
- Schäper, W.* Über Blutuntersuchungen der Konstitutions- Rassen- und Leistungsforschung bei unseren landwirtschaftlichen Nutztieren. Z. f. Züchtung **24**, 449 (1932).
- Schäper, W.* Züchtungsbiologische Untersuchungen über die Reaktion des Blutes unserer Haustiere. Z. f. Züchtung **19**, 1 (1930).
- Schellong, F.* Weitere Erfahrungen über die Regulationsprüfung des Kreislaufes. Z. Klin. Med. **142**, 457 (1943).
- Schellong, F.* und *N. Tiele.* Belastungselektrokardiogramm. Z. Klin. Med. **142**, 468 (1943).
- Scheunert, A.* und *Fr. W. Krzywanek.* Die Milz als Blutkörperchenreservoir. Z. f. Tierzucht u. Züchtungsbiologie **9**, 113 (1927).
- Scheunert, A.* und *Fr. W. Krzywanek.* Die Unersätzbarkeit der Milz als Blutkörperchenreservoir. Pflügers Arch. **221**, 435 (1929).
- Scheunert, A.* und *C. Müller.* Einfluss von Bewegung und sportlicher Höchstleistung auf die Blutbeschaffenheit des Pferdes. Pflügers Arch. **212**, 468 (1926).
- Schlimpert, R.* Form, Spannungs- und Zeitwerte der drei Ableitungen des normalen Elektrokardiogramms beim Pferde und seine Deutung. Diss. Leipzig 1940.
- Schlomka, G.* Das Belastungselektrokardiogramm. Arbeitsphys. **8**, 80 (1935).
- Schlomka, G.* Vergleichende Untersuchungen verschiedener Elektrokardiogrammaufnahmegeräte. Z. Klin. Med. **136**, 816 (1939).

- Schlomka, G., H. Reindell und V. Malamani.* Weitere Untersuchungen über das Belastungselektrokardiogramm. *Z. Klin. Med.* **136**, 367 (1939).
- Schlutz, F. W., A. B. Hastings and M. Morse.* Certain blood changes associated with physical exhaustion in the normal dog. *Am. J. of Phys.* **111**, 622 (1935).
- Schlutz, F. W. and M. Morse.* Factors influencing the concentration of serumproteins, chloride and total fixed base of the dog during exercise. *Am. J. of Phys.* **121**, 293 (1938).
- Schlutz, F. W.* Factors influencing the serumbicarbonate concentration of the dog. *Am. J. of Phys.* **122**, 105 (1938).
- Schneider, E. C. and L. C. Havens.* Changes in the blood after muscular activity and during training. *Am. J. of Phys.* **36**, 239 (1915).
- Schneider, E. C. and C. B. Crampton.* The erythrocyte and haemoglobin increase in human blood during and after exercise. *Am. J. of Phys.* **112**, 202 (1935).
- Schubert, G.* Über die Natur und funktionelle Bedeutung der Erythrozytenspeicher bei akutem und chronischem Sauerstoffmangel. *Pflügers Arch.* **235**, 256 (1935).
- Schultz, E.* Das Trainingsblutbild mit besonderer Berücksichtigung der Monozyten. *Z. Klin. Med.* **110**, 282 (1929).
- Schultz, W.* Der Wert des Elektrokardiogramms für die Erkennung der Herzkrankheiten nach Untersuchungen an hundert Herzgesunden. *Z. Klin. Med.* **135**, 137 (1939).
- Schuster, M.* Quantitatives Verhältnis zwischen Milchsäure und anorganische Phosphorsäure in Zusammenhang mit dem Arbeitswert und der Konstitution. *Z. f. Züchtung B* **18**, 423 (1930).
- Selenin, W. Ph.* Zur physikalischen Analyse des Elektrokardiogramms. *Pflügers Arch.* **146**, 319 (1912).
- Semadeni, E.* Test of heartfunction. *Arch. Kreislauff.* **5**, 31 (1939).
- Silfverskiöld, B. P.* Eine Studie über die Blutmenge und die Blutverteilung. *Skand. Archif. Phys.* 1938, 79 suppl. **14**, 1—93.
- Simonson, E.* Arbeitsphysiologie. *Bethe's Handbuch*, Springer-Berlin 1930.
- Slyke, D. D.* Bestimmung der Alkalireserve des Blutes. *Abderhalden's Handbuch Abt. IV* 1926.
- Solun, A. S.* Biochemisches Kriterium des Arbeitswertes und der konstitutionellen Eigenschaften bei Pferden. *Z. f. Züchtung B* **18**, 398 (1930) en **31**, 181 (1934).
- Stang, V.* Der gegenwärtige Stand der Konstitutionsforschung. *Berl. u. Münch. Med. Wschr.* 1943.
- Steinhaus, A. H.* Chronic effects of exercise. *Phys. Rev.* **13**, 103 (1933).
- Steinhaus, A. H.* Exercise. *Ann. Rev. of Phys.* **III**, 707 (1943).



- Steinhaus, A. H., R. W. Boyle and Th. A. Jenkins.* The chronic effects of running and swimming exercise on the heart of growing dogs, as determined electrocardiographically. *Am. J. of Phys.* **99**, 503 (1931).
- Steinmann, B.* Zur Frage der Blutspeicher. *Klin. Wschr.* **17**, 1641 (1938).
- Stepp, W. und G. W. Parade.* Über die Bewertung der Finalschwankung des Elektrokardiogramms für die Diagnose von Myokardschädigungen. *Klin. Wschr.* **10**, 15 (1931).
- Strotmann, P.* Untersuchungen über Blutreserven bei Kaninchen und Meerschweinchen. Diss. Hannover 1933.
- Takagi, T.* Morphologische und biologische Studien über Blut und Milz. *Fol. Haem.* **28**, 96.
- Targanoff.* Über die Innervation der Milz und deren Beziehung zu Leukozytonie. *Pflügers Arch.* **8**, 97 (1874).
- Thörner, W.* Trainingsversuche an Hunden. *Arbeitsphys.* **3**, 1 (1930) en **5**, 516.
- Thörner, W.* Über die Zellelemente des Blutes im Trainingszustand. Untersuchungen an Olympiakämpfer in Amsterdam. *Arbeitsphys.* **2**, 116 (1930).
- Trendelenburg, P.* Über die AdrenalinKonzentration im Säugetierblut. *Arch. exp. Path. u. Pharm.* **79**, 154 (1916).
- Vaandrager, B.* Verdere onderzoekingen over het electrocardiogram. *Ond. Phys. Leiden* **VII**, (1908).
- Vallagnose, L., E. Herzfeld et J. Gautrelet.* La réserve alcaline après injection d'adrenaline. *Am. J. of Phys.* **90**, 543 (1929).
- Vera, A.* Untersuchungen über Einwirkung des Adrenalins auf das Elektrokardiogramm. *Acta Soc. Med. Fenn. Duod. Helsinki Serie B* **26**, 3 (1939).
- Vera, A.* Über Veränderungen der Form des Elektrokardiogramms im Laufe des Tages. *Acta Soc. Med. Fenn. Duod. Helsinki* **26**, 1 (1939).
- Voorhoeve, H. C.* La démobilisation des erythrocytes dans la rate. *Arch. néerl. Phys.* **8**, 469 (1923).
- Wacker, L.* Stoffaustausch zwischen Muskel, Blut und Leber bei der Arbeit. *Biochem Z.* **255**, 222 (1932).
- Wagener, H.* Untersuchungen an Spitzenpferden des Spring- und Schulställen der Kavallerieschule Hannover. Diss. Hannover 1934.
- Wastl, H.* Über den Einfluss des Adrenalins und einiger anderer Inkrete auf die Kontraktion des Warmblüterskelettmuskels. *Pflügers Arch.* **219**, 337 (1928).
- Waterman, L., J. E. Uyldert, J. Thomassen and F. Oestreicher.* The examination of the blood of normal and adrenalectomised dogs in relation to cortine-treatment II. *Endocrin.* **25**, 885 (1939).

- Wirth, D.* Vorhofflimmern und -Flattern beim Pferd. Wien. Tier-  
ärztlich Wschr. **29**, 241 (1942).
- Yacoël, J. et G. Spitz.* L'électrocardiografie et ses applications cli-  
nique chez le cheval. Rec. de Med. Vet. d'Alfort **CXIII**, 14 (1937).
- Zuntz, N.* Über den Stoffverbrauch des Hundes bei Muskelarbeit. Pflü-  
gers Arch. **68**, 191 (1897).

Aanhang I.  
Gegevens van de paarden met de hoofnummers

Paard	Leeftijd in jaren	A.	P.	Hb. in gr.	E(mill.)	Ale. res. vol. ‰	Eiwit ‰	
43	14	22	34	8.96	5.18	58.5	6.41	Rust
		48	68	15.2	8.37	52.5	6.88	Bew.
14	11	14	46	12.0	8.61	64.0	7.00	Rust
		24	84	14.96	9.75	55.5	7.07	Bew.
337	7	8	40	10.88	5.85	58.0	6.66	Rust
		26	60	13.76	8.31	55.0	7.35	Bew.
336	13	10	36	12.0	6.09	58.0	6.66	Rust
		10	36	10.56	6.34	62.41	6.88	Rust
		22	110	16.80	8.60	51	6.98	Bew.
		18	68	15.68	9.08	53.74	7.31	Bew.
325	9	16	30	11.20	5.26	47.21	7.33	Rust
		28	96	15.52	8.11	45.99	7.70	Bew.
9	12	16	35	10.40	4.85	54.32	7.63	Rust
		22	98	14.72	7.80	43.74	8.56	Bew.
317	11	8	26	11.36	5.78	62.80	7.27	Rust
		12	60	15.36	8.06	56.0	7.85	Bew.
335	15	10	32	10.72	7.27	59.3	—	Rust
		12	50	16	8.23	58.4	—	Bew.
334	11	18	30	11.20	5.93	64.27	7.31	Rust
		28	60	15.52	9.74	59.86	7.55	Bew.
333	11	14	26	12.0	6.19	54.95	7.50	Rust
		12	32	12.0	7.39	44.63	7.09	Rust
		24	52	16.0	10.96	60.15	7.63	Bew.
		20	90	15.52	8.80	57.24	7.38	Bew.
332	16	10	32	12.80	7.11	56.68	7.50	Rust
		22	68	16.80	11.10	53.88	7.95	Bew.
331	11	22	36	11.36	6.58	59.83	7.40	Rust
		32	70	15.20	7.14	47.53	7.78	Bew.
322	9	14	32	10.24	5.15	60.88	7.46	Rust
		22	86	15.20	8.81	49.55	7.57	Bew.
324	11	14	38	11.52	6.80	64.23	6.14	Rust
		22	52	16.32	7.57	58.17	6.70	Bew.
321	9	11	38	12.16	6.89	54.53	6.95	Rust
		18	68	16.48	9.23	54.31	7.09	Bew.
329	14	10	38	11.84	6.43	54.07	7.65	Rust
		22	92	15.68	7.86	55.73	7.98	Bew.
42	11	12	36	12.48	5.94	49.11	7.38	Rust
		19	44	16.80	7.77	54.92	7.60	Bew.
244	13	8	30	10.72	5.91	61.47	6.88	Rust
		24	72	15.20	8.20	58.51	7.46	Bew.
323	13	22	38	11.20	5.48	53.50	7.94	Rust
		30	72	14.08	7.40	49.65	8.35	Bew.
330	14	12	34	9.92	5.86	59.30	7.29	Rust
		20	52	13.76	7.86	55.05	7.42	Bew.
Popel Getraind?	19	12	40	12.80	7.61	57.75	7.27	Rust
		26	64	19.20	9.52	51.25	8.28	Bew.
		12	42	12.48	6.51	60.72	7.40	Rust
		18	98	17.76	8.58	51.05	7.85	Bew.

Aanhang II  
Invloed beweging op differentiaaltelling der leucocyten.

Paard	Rust of Bew.	Totaal L.	Eo's	Baso's	Staafk.	Segm.k.	Lymph.	Monoc.
E	Rust	6500	10.5	—	0.5	63.5	25	0.5
	Rust	4150	6	1	—	52.5	40	0.5
	Rust	7100	17	—	—	59	20	4
	Bew.	4450	4	0.5	0.5	58	36.5	0.5
F	Rust	7900	10	—	—	49	39	2
	Rust	5250	10	0.5	0.5	48	41	—
	Rust	12750	6.5	1.5	—	50.5	41	0.5
	Rust	5350	3	—	—	49.5	44	3.5
	Bew.	7750	10	1	0.5	46	42	0.5
	Bew.	6800	7	1.5	—	50.5	40.5	0.5
G	Rust	10050	11.5	—	—	61	27	0.5
	Rust	6400	14	0.5	—	57	28.5	—
	Rust	5700	10.5	2	—	54.5	32	1
	Rust	3600	6.5	—	—	49.5	44	—
	Bew.	6600	11.5	0.5	—	53	35	—
	Bew.	4000	10	2	—	56.5	29.5	2
H	Rust	5150	6	0.5	0.5	43.5	49.5	—
	Rust	5450	9	0.5	0.5	55	35	—
	Rust	4550	4	1.5	—	54.5	40	—
	Rust	4900	6	1	—	48.5	43.5	1
	Bew.	6600	6.5	0.5	—	51	41	1
	Bew.	5300	7.5	0.5	—	52.5	39	0.5
	Bew.	4200	5	—	—	51.5	43	0.5
I	Rust	13000	4.5	—	1	59	35	0.5
	Rust	8500	5	1	—	66.5	27.5	—
	Rust	8100	4	1	—	67	27	1
	Bew.	9350	4.5	—	0.5	60	35	—
	Bew.	6050	2	1.5	—	65.5	29	2
J (Arabier)	Rust	8700	7	0.5	—	36	55.5	1
	Bew.	7600	4	—	—	37.5	57	1.5
K (Arabier)	Rust	7800	5	0.5	—	36	58	0.5
	Rust	7950	6	—	—	39	55	—
	Bew.	9550	3.5	—	—	26.5	69.5	0.5
L (Arabier)	Rust	5050	7.5	—	1	49.5	40.5	1.5
	Bew.	6250	10	0.5	—	45	44	0.5

## Aanhang III

Leucocytendifferentiaaltelling voor en na adrenaline-injectie  
bij hond en paard.

Hond	Proef	Totaal L.	Eo's	Baso's	Staa'k.	Segm.k.	Lymph.	Monoc.
„Spot”	Rust	12600	2.5	—	4	51	40.5	2
	Rust	9650	—	—	3	63	32.5	1.5
	Adren.	14000	4	—	2	71.5	21.5	1
	Adren.	11500	2.5	—	3.5	47.5	41.5	5
„Hans”	Rust	7850	0.5	—	2	71.5	23.5	2.5
	Rust	7800	1.5	—	2.5	68.5	22.5	5
	Adren.	7900	2.5	—	—	61	33	3.5
	Adren.	7500	1	—	2	56.5	39.5	1
„Rat”	Rust	20300	0.5	—	1.5	64	30	4
	Rust	12350	0.5	—	2	56	35	6.5
	Adren.	—	1	—	1	70.5	22.5	5
	Adren.	—	2.5	—	5	73.5	13	6

## Paard

E	Rust	7100	17	—	—	59	20	4
	Adren.	6200	4	—	—	66	27	3
F	Rust	5350	3	—	—	44	44	3.5
	Adren.	6400	3	—	—	44.5	50.5	2
G	Rust	3600	6.5	—	—	49.5	44	—
	Adren.	6900	6.5	—	—	58.5	33	2

## STELLINGEN

### I

De physiologie moet de basis der wetenschap en de ruggegraat voor de practijk zijn.

### II

In de veterinaire wetenschap dienen meer physiologische normen bekend te worden.

### III

Stamboeken dient men op wetenschappelijke leest te schoeien, wil men inderdaad de productiviteit der landbouwhuisdieren in de toekomst verbeteren. Dit is een Staatsaangelegenheid.

### IV

In ons land is behoefte aan een instituut voor de fokkerijbiologie, gesticht door alle stamboeken onder auspiciën van de Nederlandsche Genetische Vereeniging.

### V

De aandoeningen der bijnier zijn in de veterinaire wetenschap naar alle waarschijnlijkheid belangrijker dan men meent en zeker voor de therapie.

### VI

De reactie van het organisme op infectieziekten moet meer als reactie van het vegetatieve zenuwstelsel gezien worden.

Lit.: Deutsch. Med. Wsch. Jahrg. 67, 16 (1941).

## VII

Het is ongewenscht, dat academisch gevormden betrekkingen bekleeden, welke met het oog op hun opleiding als slecht betaald moeten worden beschouwd. Maatregelen hiertegen zijn aan te bevelen.

## VIII

De studenten moeten meer zelfstandig deelnemen aan onderzoek en behandeling en meer verantwoordelijkheid dragen.

## IX

Specialisatie in het laatste studiejaar is niet alleen gewenscht, maar wordt ter vermindering van verlenging der studie noodzakelijk.

## X

De sulfonamide-praeparaten dienen ook in de veterinaire praktijk als uitwendig middel meer te worden toegepast.

Lit.: Berl. und Münch. Tierärztl. Wsch. 1943.

## XI

De electrocardiografie is door de vereenvoudiging der apparatuur voor den practicus een toegankelijk onderzoekgebied geworden. Eén afleiding is voor het gewone klinische onderzoek voldoende.

## XII

Foetale electrocardiografie kan het dragen van een levende vrucht bevestigen.

Lit.: Zeitsch. f. Biol. Bd. 73, (1921).









D  
Ut  
1