

O V E R
HET ONDERSCHIED IN SAMENSTELLING
T U S S C H E N
ARTERIEEL EN VENEUS BLOED.

BIJDRAGE TOT DE METHODE VAN VERGELIJKEND
BLOEDONDERZOEK.

DOOR

Dr. H. J. HAMBURGER

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE.)

Deel I. N^o. 5.

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1892.

OVER HET ONDERSCHIED IN SAMENSTELLING TUSSEN ARTERIEEL EN VENEUS BLOED.

BIJDRAGE TOT DE METHODE VAN VERGELIJKEND
BLOEDONDERZOEK,

DOOR

Dr. H. J. HAMBURGER.



De vraag, welke veranderingen het arterieele bloed heeft ondergaan, wanneer het als veneus bloed de weefsels verlaat, behoort tot de meest fundamenteele punten uit de leer der stofwisseling. Reeds in 1753 heeft HAMMERSCHMIDT ¹⁾ zich er mede bezig gehouden en na dien tijd zijn tal van andere onderzoekers gevolgd ²⁾. De resultaten echter geenszins beantwoord aan den moeitvollen arbeid. Gewoonlijk wijken de uitkomsten aanzienlijk van elkander af; soms zijn ze zelfs lijnrecht met elkaar in tegenspraak.

De bezwaren aan het onderzoek verbonden, zijn dan ook niet gering te schatten.

Vooreerst zijn de verschillen in samenstelling tusschen het toe- en afstroomende bloed gering en hebben bij het onderzoek slechts betrekking op één enkele doorstrooming; waarbij dan nog het bezwaar komt, dat men in den regel met kleine hoeveelheden bloed moet experimenteren. Groote dieren toch heeft men zelden ter beschikking, en het onttrekken van een aanzienlijke hoeveelheid bloed aan een kleine diersoort kan allicht secundaire gevolgen na zich slepen, die een schadelijken invloed uitoefenen op de juistheid der conclusies.

Het kan dan ook geen bevreemding wekken, wanneer FLÜGGE,

¹⁾ HAMMERSCHMIDT, Notabile discrimen inter sanguinem arteriosum et venosum. Diss. Göttingen.

²⁾ Zie *Zeitschrift f. Biologie*, B. 26, Jahrg. 1890. S. 453, waar Dr. F. KRÜGER een overzicht over de litteratuur van het onderwerp geeft.

ontstemd over de tegenstrijdigheid in de uitkomsten, door hem en tal van andere physiologen verkregen bij het vergelijkend onderzoek van poortader- en levervenen-bloed, als zijn meening uitspreekt ¹⁾: „Blutveränderungen der eingreifendsten Art können im Körper ablaufen, ohne dass unsere analytischen Methoden auch nur den geringsten sicheren Nachweis dafür zu liefern im Stande sind”. En later ²⁾ zegt hij:

„Ich glaube den Beweis geliefert zu haben, dass eine vergleichende „Untersuchung des zu- und abströmenden Blutes Keine Methode ist, mittelst deren wir hoffen dürfen einen Aufschluss über die Funktion „der Leber zu erhalten”.

In 1888 brachten de onderzoekingen van J. COHNSTEIN en N. ZUNTZ ³⁾ een nieuw bezwaar aan het licht. Deze toonden aan, dat het aantal roode bloedlichaampjes in het arterieele en veneuse bloed gelijk is, maar dat die gelijkheid door tal van oorzaken kan worden opgeheven, bijv. door een verandering van vaattonus en van hartswerking, door verhooging der bloedsdrukking in de venae, enz. Daar nu de bloedlichaampjes een andere samenstelling bezitten dan het plasma, waarin ze zich bevinden, zal bij verandering van de relatieve hoeveelheid dezer beide bloedbestanddeelen, zelfs in het geval, dat ieder van beide de oorspronkelijke samenstelling blijft behouden, de samenstelling van het geheele bloed toch gewijzigd zijn. Dit is vooral van beteekenis, wanneer de stoffen waarvan men vergelijkende quantitative bepalingen wenscht te verrichten, over de bloedlichaampjes en het plasma verdeeld zijn.

Een proef, die ik eigenlijk met een ander doel uitvoerde, moge dit toelichten.

Uit de vena jugularis van een paard werd bloed ontlast en opgevangen in een flesch, op wier bodem zich stukjes glas bevonden. Nadat de flesch geheel gevuld was, werd ze gesloten en geschud. Intusschen werd een andere hoeveelheid bloed in een schaal opgevangen en met staafjes geklopt. Men zou nu verwachten, dat 50 cM³ gedefibrineerd bloed in beide gevallen een gelijke hoeveelheid vaste bestanddeelen zou bevatten.

Dit was echter geenszins het geval. 50 cM³ van het bloed, dat in de gesloten flesch was gedefibrineerd, gaf na droging bij 105°—110°, 9,071 gr. residu, terwijl dezelfde hoeveelheid van het in de schaal gedefibrineerde een residu achterliet van 9.634 gr. En wat bleek nu

¹⁾ *Zeitschr. f. Biol.*, B. 13. 1877. S. 161.

²⁾ l. c. S. 168.

³⁾ *PFLÜGER'S Archiv*, B. 32. S. 303.

de oorzaak van het verschil te zijn? Van beide bloedsoorten werden 100 cM³ in twee gelijke maatglazen gebracht en een dag aan zich zelven overgelaten. In 100 cM³ van het uit de flesch genomen bloed waren 35 cM³ en in 100 cM³ van het uit de schaal genomen bloed 37 cM³ bloedlichaampjes bezonken. Dat in het tweede geval de betrekkelijke hoeveelheid serum geringer moet zijn dan in het eerste is duidelijk, wanneer men bedenkt, dat bij het defibrineeren aan de lucht een aanzienlijke hoeveelheid schuim wordt gevormd, dat een zekere quantiteit serum in beslag neemt.

Ook het alkali- en het chloorgehalte van het op beide wijzen gedefibrineerde bloed verschiden onderling, het alkaligehalte zelfs 11.2 pCt.

Uit deze proeven blijkt, dat een verschil van 2 pCt. in het volume der bloedlichaampjes een grooten invloed heeft op de samenstelling van het geheele bloed.

Het ligt nu voor de hand, dat, waar voor sommige bestanddeelen het arterieele en veneuse bloed stellig niet meer dan tienden van procenten verschillen, een geringe wijziging van het betrekkelijk aantal roode bloedlichaampjes de bestaande verschillen kan bedekken, ja zelfs in verkeerden zin kan doen te voorschijn treden. En dat een verandering van het relatieve aantal der bloedlichaampjes door een schijnbaar onbeteekenende aanleiding kan worden gewijzigd, hebben de proeven van COHNSTEIN en ZUNTZ geleerd en is door de experimenten van KRUGER ¹⁾ bevestigd.

Bij dezen stand van zaken zou men inderdaad geneigd zijn de boven geciteerde uitspraak van FLÜGGE te onderschrijven. Of men hiertoe werkelijk het recht heeft, moge uit de volgende bladzijden blijken.

I. VERGELIJKING TUSSEN HET GEDEFIBRINEERDE BLOED VAN DE A. CAROTIS EN DE V. JUGULARIS.

Het uitgangspunt voor mijn onderzoek „*Over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes*” ²⁾ was de vraag: verhouden zich de bloedlichaampjes van arterieel en veneus bloed verschillend met betrekking tot het verlies van haemoglobine in zoutoplossingen? Het bleek toen, dat er inderdaad verschil be-

¹⁾ Beiträge zur Kenntniss der arteriellen und venösen Blutes verschiedener Gefässbezirke. I. c. S. 459.

²⁾ *Verslagen en Mededeelingen* enz. 3e Reeks. Dl. IX. p. 197.

stond en dat dit, althans voor een deel, moest toegeschreven worden aan de omstandigheid, dat de bloedlichaampjes van het veneuse bloed meer CO_2 bevatten dan die van het arterieele. In verband hiermede vervolgde ik toen de studie over den invloed van CO_2 op het bloed, maar liet de vraag rusten of het verschil, dat de bloedlichaampjes van het arterieele en het veneuse bloed met betrekking tot zoutoplossingen aanboden, ook nog door iets anders bepaald wordt dan door het verschil in CO_2 -gehalte.

Om deze vraag te beantwoorden, werd de volgende proef verricht.

In een flesch van $\frac{1}{2}$ liter inhoud, op welker bodem zich een groot aantal stukjes glas bevonden, werd bloed opgevangen uit de Vena jugularis van een paard. Onmiddellijk, nadat de flesch gevuld was, werd ze gesloten en aan iemand overhandigd, ten einde te worden geschud. Na de vulling der flesch werd de bloedstraal in een schaal opgevangen en het aldus verkregen bloed op de gebruikelijke wijze met staafjes gedefibrineerd. Ik zal gemakshalve, dit bloed, dat aan de lucht gedefibrineerd was, $V_{1(\text{lucht})}$ noemen en het eerst verkregen gedefibrineerde bloed eenvoudig V . Geheel op dezelfde wijze werden twee hoeveelheden arterieel bloed verzameld uit de A. carotis. Het arterieele bloed, dat in een gesloten flesch was gedefibrineerd, zal ik A noemen, terwijl het carotisbloed, dat in een schaal werd gedefibrineerd met A_1 zal bestempeld worden.

Alle 4 bloedsoorten V , V_1 , A en A_1 werden nu ingezet met Na Cl-oplossingen, Eigenlijk zou het voor de beantwoording der vraag voldoende geweest zijn, alleen het bloed V_1 en A_1 te vergelijken, omdat in die beide bloedsoorten de invloed van CO_2 geëlimineerd was, hetgeen ik juist wenschte; maar om ook nog eens den invloed van CO_2 daarnaast te zien werden bovendien V en A ingesteld.

Ten einde het overzicht der resultaten gemakkelijk te maken, laat ik hier een tabelletje volgen, dat zonder nadere verklaring duidelijk zal zijn.

T A B E L I.

	V	A	V_1	A_1
	Veneus bloed, gedefibrineerd buiten toetreding van lucht.	Arterieel bloed gedefibrineerd buiten toetreding van lucht.	Veneus bloed gedefibrineerd aan de lucht.	Arterieel bloed gedefibrineerd aan de lucht.
Na Cl-oplossing waarin een begin van kleurstof uittreding zichtbaar is . .	0.73 %	0.71 %	0.69 %	0.67 %

Uit deze tabel blijkt, dat er een verschil bestaat tusschen de concentratie der Na Cl-oplossing, waarin het aan de lucht gedefibrineerde bloed der vena jugularis, V_1 , kleurstof begint te verliezen en de concentratie, waarin hetzelfde geschiedt met het op dezelfde wijze behandelde bloed der carotis, A_1 . Dit verschil is niet toe te schrijven aan de omstandigheid, dat bloed V_1 misschien meer CO_2 bevat dan A_1 , want men mag veilig aannemen, dat beide bloedsoorten, na ± 25 min. in een open schaal flink geklopt te zijn, met zuurstof waren verzadigd.

Voorts treedt hier duidelijk de invloed aan het licht, welke de wijze van defibrineeren (n.l. zonder en met toetreding van lucht) uitoefent op de concentratie der zoutoplossing, waarin de bloedlichaampjes haemoglobine beginnen te verliezen. Men vergelijkte V (0.73) met V_1 (0.69), en A (0.69) met A_1 (0.67); een bevestiging van hetgeen ik vond bij de studie over den invloed van het CO_2 op de permeabiliteit der bloedlichaampjes in verband met indifferente gassen ¹⁾.

Gedroegen zich de bloedlichaampjes van bloed V , A , V_1 en A_1 ongelijk ten opzichte van het afgeven van kleurstof in zoutoplossingen, dan was ook te verwachten, dat het serum, waarin de bloedlichaampjes zich bevonden, ongelijk van samenstelling zou zijn.

Om dit te onderzoeken werd van het serum der vier bloedsoorten vergeleken: 1^o de hoeveelheid vaste bestanddeelen, 2^o het chloorgehalte, 3^o het alkaligehalte.

In de eerste plaats dan de vaste bestanddeelen: ze werden bepaald in 50 cM³ serum, op de vroeger beschreven wijze.

Tabel II geeft een overzicht der resultaten.

T A B E L II.

	Nummer der proef.	V Veneus bloed, gedefibrineerd <i>buiten</i> toetreding van lucht.	A Arterieel bloed, gedefibrineerd <i>buiten</i> toetreding van lucht.	V_1 Veneus bloed, gedefibrineerd aan de lucht.	A_1 Arterieel bloed, gedefibrineerd aan de lucht.
Gram vaste bestanddeelen in 50 cM ³ serum.	1			4.180	3.993
	2	4.316		4.160	
	3	4.304		4.262	
	4	4.200	4.184	4.173	4.093
	5	4.203	4.189	4.209 (?)	4.096
	6	4.559	4.503	4.456	4.349
	7	4.263	4.220		

¹⁾ *Verslagen en Mededeelingen enz.*, 3e Reeks. Dl. IX. p. 205.

Deze tabel leert:

1^o. dat het gewicht der vaste bestanddeelen, voorhanden in het veneuse bloed, grooter is dan dat in het arterieele. Dit geldt zoolwel voor het aan de lucht gedefibrineerde bloed V₁ en A₁, als voor het in een flesch gedefibrineerde V en A;

2^o. dat aan een hooger CO₂-gehalte van het bloed een hooger gehalte van het serum aan vaste bestanddeelen beantwoordt. Men vergelijkte V (4.316) met V₁ (4,160), V (4,304) met V₁ (4,262) enz.; zoo ook A (4.184) met A₁ (4.093), A (4.189) met A₁ (4,096) enz. In het boven geciteerde onderzoek toonde ik aan, dat wanneer men gedefibrineerd bloed met CO₂ verzadigt, eiwitstoffen enz. uit de bloedlichaampjes in het serum overgaan en dat bij verdrijving van het CO₂ door een indifferent gas het omgekeerde geschiedt. Bij het defibrineeren van het bloed aan de lucht heeft ook uitdrijving van CO₂ plaats; vandaar de verschillen tusschen de hoeveelheid der vaste bestanddeelen in V en V₁ en in A en A₁.

Het chloorgehalte van het serum werd, zooals vroeger bepaald door 50 cM³ serum met 75 cM³ eener verzadigde oplossing van (NH₄)₂ SO₄ op een waterbad te verwarmen, dan te filtreren en vervolgens 50 cM³ van het heldere kleurlooze filtraat te vermengen met 25 cM³ $\frac{1}{10}$ norm. Ag NO₃ en 10 cM³ sterk H NO₃. Ten slotte werd weer gefiltreerd en in 50 cM₃ van het filtraat het vrije zilvernitraat bepaald door middel van KCNS.

Ik laat hier een tabel volgen, waarin de resultaten der chloorbepalingen zijn weergegeven.

T A B E L III.

	Nummer der proef	V Veneus bloed, gedefibrineerd <i>buiten</i> toetreding van lucht.	A Arterieel bloed, gedefibrineerd <i>buiten</i> toetreding van lucht.	V ₁ Veneus bloed, gedefibrineerd aan de lucht.	A ₁ Arterieel bloed, gedefibrineerd aan de lucht.
cM ³ $\frac{1}{10}$ norm. Ag NO ₃ , overeenkomende met het chloor van 50 cM ³ serum.	1				
	2	52.5		55.06	
	3	53.2		55.6	
	4	50.68	51.25	52.65	53.4
	5	53.15		56.8	
	6	49.9	50.17	52.3	52.9
	7	50.3	50.7		

Uit deze tabel blijkt:

1°. dat het chloorgehalte van het serum van het veneuse bloed kleiner is dan van het arterieele. Dit geldt zoowel voor het aan de lucht gedefibrineerde V_1 en A_1 als voor het in een gesloten flesch gedefibrineerde V en A ;

2°. dat aan een hooger CO_2 -gehalte van het bloed een lager Chloorgehalte van het serum beantwoordt. Men vergelijk V (52.6) met V_1 (55.06), V (53.2) met V_1 (55.6) enz., zoo ook A (51.25) met A_1 (53.4) en A (50.17) met A_1 (52.9). In het meergemelde opstel over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der bloedlichaampjes, toonde ik aan, dat wanneer men gedefibrineerd bloed met CO_2 verzadigt, het serum chloriden aan de bloedlichaampjes afstaat en dat omgekeerd, wanneer men het CO_2 weer door een indifferent gas verdrijft, uit de bloedlichaampjes chloor naar het serum overgaat. Zoo is het te verklaren, dat het serum van V een lager chloorgehalte heeft dan dat van V_1 . Hetzelfde geldt voor A en A_1 .

Zooals boven werd gezegd, heb ik ook het gehalte aan natriumcarbonaat en fosphaat van de verschillende bloedsorten met elkaar vergeleken.

Telkens werden 75 cm^3 serum verdund met de dubbele hoeveelheid alcohol van 96 pCt., en 50 cm^3 van het heldere gele filtraat getitreerd met lakmoïd en $\frac{1}{20}$ normaal zwavelzuur. Op deze wijze werd de gezamenlijke hoeveelheid Na_2CO_3 en Na_2HPO_4 bepaald.

Vervolgens nam ik weer 50 cm^3 van het heldere filtraat en titreerde deze met phenolphtaleïne. Het bleek dan, dat enkele druppels $\frac{1}{20}$ norm. KOH noodig waren om de roode kleur te voorschijn te roepen, m. a. w. om van het in de vloeistof aanwezige NaH_2PO_4 te maken Na_2HPO_4 .

Daarna werd bij de roode vloeistof een bekende hoeveelheid $\frac{1}{20}$ norm. zwavelzuur in overmaat gevoegd, het mengsel verhit om het CO_2 te verdrijven, dat door inwerking van het zuur op Na_2CO_3 ontstaan was, en ten slotte het overgebleven H_2SO_4 door middel van KOH bepaald.

De volgende tabel geeft een overzicht van de resultaten.

T A B E L IV.

Nummer der proef.	Bloed-soort.	$\text{cM}^3 \frac{1}{20}$ norm. H_2SO_4 noodig om de 50 cM^3 met lakmoid blauw gekleurde alcoholische vloeistof een rooden tint te geven.	$\text{cM}^3 \frac{1}{20}$ norm. KOH , noodig om door omzetting van het in 50 cM^3 filtraat aanwezige NaH_2PO_4 in Na_2HPO_4 , de met phenolphthaleïne bedeelde vloeistof rood te kleuren.	$\text{cM}^3 \frac{1}{20}$ norm. KOH , noodig om de door de vorige titratie rood gekleurde vloeistof, die thans met $10 \text{ cM}^3 \frac{1}{20}$ norm. H_2SO_4 vermengd is en daarna verwarmd, weer rood te kleuren.
1	V ₁	12.5		
	A ₁	11.12		
2	V	12.12		
	V ₁	9.56		
3	V	10.25	1.1	3.9
	V ₁	8.8	0.65	4.3
4	V	11.46	0.86	2.09
	A	10.44	1.48	3.55
	V ₁	8.93	0.41	4.72
	A ₁	8.8	0.89	5.17
5	V	11.5	0.9	2.69
	A	10.73	1.04	3.52
	V ₁	9.81	1.35	3.65
6	A ₁	7.10	1.3	6.26
	V	11.32		
	A	10.21		
7	V ₁	8.47		
	A ₁	7.95		
7	V	11.54		
	A	11.02		

Uit deze tabel ziet men :

1°. dat de gezamenlijke hoeveelheid Na_2HPO_4 en Na_2CO_3 in het het serum van het veneuse bloed grooter is dan in dat van het arterieele, onverschillig of het bloed gedefibrineerd is buiten toetreding van lucht (V en A) of onder den invloed van lucht (V₁ en A₁). Het feit, dat tusschen het serum van V₁ en A₁ een verschil in alkaligehalte bestaat, bewijst, dat het verschil tusschen het alkaligehalte van serum V en A niet alleen veroorzaakt wordt door het ongelijk CO_2 -gehalte van deze beide serumsoorten;

2°. dat de wijze van defibrineeren grooten invloed heeft op alkaligehalte van het serum. Men vergelijk V (12.12) met V₁ (9.56);

V (11.46) met V_1 (8.93) enz.; zoo ook A (10.44) met A_1 (8.8), A (10.73) met A_1 (7.10) enz.

Berekenen wij uit de voorgaande tabel hoe groot de betrekkelijke hoeveelheden Na_2CO_3 en fosphaat zijn.

T A B E L V.

Nummer der proef.	Bloed-soort.	$\text{cM}^3 \frac{1}{20}$ norm. zwavelzuur overeenkomende met het Na_2CO_3 .	Het aantal $\text{cM}^3 \frac{1}{20}$ norm. KOH, noodig om in 50cM^3 der alcoholische vloeistof vloeistof het NaH_2PO_4 te maken tot Na_2HPO_4 + het aantal $\text{cM}^3 \frac{1}{20}$ norm. H_2SO_4 , noodig om het in de 50cM^3 der alcoholische vloeistof aanwezige Na_2HPO_4 te maken tot NaH_2PO_4 . De som geeft een beeld van de totale hoeveelheid fosphaat in 50cM^3 der alcoholische vloeistof.
3	V	6.1	
	V_1	5.7	
4	V	7.9	4.41
	A	6.4	5.47
	V_1	5.3	4.05
5	A_1	5.8	3.86
	V	7.31	5.09
	A	6.48	5.29
	V_1	6.35	4.81
	A_1	3.74	1.92

Uit deze tabel blijkt, dat in het serum van het aan de lucht gedefibrineerde bloed het gehalte aan Na_2CO_3 geringer is dan in het serum van het bloed, dat buiten toetreding van lucht is gedefibrineerd. Dit geldt zowel voor het bloed uit de V. jugularis als voor dat uit de A. carotis.

Wat het fosphaatgehalte betreft, daarvan kan hetzelfde gezegd worden. Intusschen blijkt in het geval, dat de bloedsoorten buiten toetreding van lucht waren gedefibrineerd, het fosphaatgehalte van het veneuse serum geringer te zijn dan van het arterieele, doch grooter, wanneer het defibrineeren aan de lucht heeft plaats gehad.

Voegen we om het overzicht van de tot dusverre verkregen resultaten gemakkelijk te maken, alles in ééne tabel samen.

T A B E L VI.

a Nummer der proef.	b Bloed- soort.	c Na Cl-opl. waarin een begin van kleurstof- uittreding zichtbaar is.	d Gram vaste bestand- deelen in 100 cM ³ serum.	e cM ³ ¹ / ₁₀ norm. Ag NO ₃ over- eenkomen- de met het chloor van 100 cM ³ serum.	f cM ³ ¹ / ₁₀₀ norm. H ₂ SO ₄ beant- woordende aan het Na ₂ HPO ₄ en Na ₂ CO ₃ van 100 cM ³ serum (titratie met lakmoid).	g cM ³ ¹ / ₁₀₀ norm. H ₂ SO ₄ noodig voor de verzadiging van het Na ₂ CO ₃ in 50 cM ³ filtraat. (Zie kolom f). (Titratie met phenolphthaleïne).	h Geheele hoeveelheid phosphaat in 50 cM ³ filtraat (zie de laatste kolom van tabel V).
1	V ₁		8.360				
	A ₁		7.986				
2	V.....		8.632	105.00	72.72		
	A.....						
3	V ₁		8.32	110.20	57.36		
	A ₁						
4	V.....		8.608	106.40	61.5		
	A.....						
5	V ₁		8.524	111.12	52.8		
	A ₁						
6	V.....	0.73 %	8.4	101.36	68.76	7.9	4.41
	A.....	0.71 %	8.368	102.50	62.64	6.4	5.47
7	V ₁	0.69 %	8.346	105.30	53.58	5.3	4.05
	A ₁	0.67 %	8.186	106.80	52.8	5.8	3.86
8	V.....		8.406	106.3	69	7.31	5.09
	A.....		8.378	64.38	6.48	5.29
9	V ₁	58.86	6.35	4.81
	A ₁		8.192	113.6	42.6	3.74	1.92
10	V.....	0.74	9.118	99.8	67.92		
	A.....	0.72	9.006	100.34	61.26		
11	V ₁	0.69	8.912	104.6	50.82		
	A ₁	0.67	8.698	105.8	47.70		
12	V.....		8.526	100.6	69.24		
	A.....		8.440	101.4	66.12		

Deze tabel leert, behalve hetgeen reeds naar aanleiding van de voorafgaande tabellen werd besproken, dat bij alle proeven het bloed der V. jugularis in samenstelling afwijkt van dat der A. carotis. Dit geldt zoowel voor de bloedlichaampjes als voor het serum. In-

tusschen zijn in het serum van deze bloedsoorten V en A de verschillen van het alkaligehalte, en vooral van de geheele hoeveelheid vaste bestanddeelen en van de chloriden gering en worden niet zelden overtroffen door de verschillen, die men waarneemt bij het serum van dezelfde bloedsoort, welke op verschillende wijze wordt gedefibrineerd (V en V₁, A en A₁). Het kan daarom niet bevreemden, dat zij, die zich met een vergelijkend onderzoek van serum bezighouden tot tegenstrijdige resultaten moeten komen, wanneer de invloed van de wijze van defibrineeren over het hoofd wordt gezien of ook voor de analyses een te geringe hoeveelheid van de te onderzoeken vloeistof wordt gebruikt.

Met het laatste heeft men eveneens rekening te houden bij het vergelijkend onderzoek van het geheele bloed ¹⁾. Maar daar worden de resultaten ook nog geïncideerd door het betrekkelijk volume van bloedlichaampjes en serum, in welke verhouding door schijnbaar weinig beteekenende oorzaken gemakkelijk een wijziging kan worden gebracht. Is het nu mogelijk, aan het eerste dezer beide bezwaren te gemoet te komen door te experimenteeren met groote dieren, de laatste bron van fouten is niet te vermijden. Ik zou daarom willen voorstellen, bij het vergelijkend onderzoek van bloed, lichaampjes en serum afzonderlijk te beschouwen. Nu is het wel mogelijk dat bij een eenigszins langdurige bloedstuwung het plasma en dus ook het serum verandering van samenstelling ondergaat, maar wanneer de stuwung enkele oogenblikken aanhoudt, zooals dit bij het experiment kan plaats hebben, dan zal de bedoelde verandering wel niets beteekenen; de relatieve hoeveelheid roode bloedlichaampjes wijzigt zich echter wel en daarmede verandert in betrekkelijk hooge mate de samenstelling van het geheele bloed.

Wil men nu bloedlichaampjes en serum afzonderlijk onderzoeken, dan is de wijze waarop ze worden afgescheiden van het hoogste belang. De bovenstaande onderzoekingen hebben duidelijk aangetoond, welken invloed de wijze van defibrineeren uitoefent. Een vergelijking van de vaste bestanddeelen, de chloriden en het alkaligehalte van serum V, A, V₁ en A₁ laat hieromtrent geen twijfel.

Verder heeft men in de centrifugaal-machine een uitnemend middel om bloedlichaampjes en serum te scheiden.

¹⁾ Zoo deelt KRÜGER, onder wiens leiding eenige dissertaties over vergelijkend bloedonderzoek in Dorpat zijn geschreven, o. a. mede (PFLÜG. *Archiv* 1890 S. 471), dat hij voor de bepaling der droge bestanddeelen van het bloed 2 cM³ gebruikte. Volgens zijn eigen onderzoekingen nu bedragen de verschillen tusschen de vaste bestanddeelen van carotis- en jugularis bloed 0,1—0,2 pCt., dus hier 0.002 tot 0.004 gr. Mag men nu bij proeven als deze, uit zulke verschillen resultaten trekken?

Intusschen zal menigeen de vraag stellen: is het geoorloofd, de resultaten, verkregen bij het gedefibrineerde bloed, over te brengen op het circuleerende, m. a. w. vindt men het onderscheid in samenstelling tusschen het serum van twee bloedsoorten ook terug bij het plasma? Deze vraag wil ik trachten te beantwoorden.

II. VERGELIJKEND ONDERZOEK VAN GEDEFIBRINEERD EN NIET-GEDEFIBRINEERD BLOED.

In de eerste plaats wenschte ik serum en plasma van hetzelfde bloed te vergelijken. Doch op welke wijze het plasma te verkrijgen? Aanvankelijk dacht ik aan een extract van bloedzuigerkoppen in serum. Een extract in Na Cl-oplossing zou minder gewenscht zijn, daar mijn vroegere onderzoekingen ¹⁾ hebben aangetoond, dat, al is de Na Cl-oplossing met het serum isotonisch, toch wisseling van bestanddeelen met de bloedlichaampjes plaats heeft. Dus liever een extract van bloedzuigerkoppen in serum. Maar zou de stof, die de stolling tegengaat, niet doodend werken op de bloedlichaampjes? HAYCRAFT ²⁾ geeft aan, dat wanneer hij een weinig bloed uit de vinger, vermengt met een extract van bloedzuigerkoppen in Na Cl-oplossing, de witte bloedlichaampjes gedurende een uur amoëboïde bewegingen uitvoerden. De vitaliteit der witte bloedlichaampjes wordt dus volgens hem niet door bloedzuiger-extract benadeeld. Toch gebruikte ik het extract niet, omdat het evenals zelfs de isotonische Na Cl-oplossing een wisseling van bestanddeelen tusschen bloedlichaampjes en omgeving moet veroorzaken. Dit bezwaar zou ik echter wel hebben kunnen elimineeren, door bij het gedefibrineerde bloed een gelijke hoeveelheid extract te voegen, doch ik mocht er in slagen, het plasma op een meer eenvoudige wijze af te scheiden, n.l. door het bloed op te vangen in een met zorg gereinigde flesch, waarvan de bodem met een laag zuivere olie was bedekt en waarvan de binnenwand eveneens met olie was bevochtigd. Dat op deze wijze stolling kan worden tegengegaan, beter gezegd, vertraagd, is niet nieuw. ERNST FREUND ³⁾ heeft het eerst opgemerkt, dat wanneer

¹⁾ Over de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes in verband met de isotonische coëfficiënten. *Verlagen en Mededeelingen* enz. 3e Reeks. Dl. VII. p. 15.

²⁾ Über die Einwirkung eines Secretes des officinellen Blutegels auf die Gerinnbarkeit des Blutes. *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak.* B. XVIII. 1884. S. 212.

³⁾ *Wiener med. Jahrb.* 1886. p. 46—48. *Jahresber. f. Thierchemie*, B. XVI. 1887. S. 121.

men bloed opvangt onder olie en bij kamertemperatuur laat staan, in 24 uur geen stolling optreedt. Evenmin zag hij stolling optreden, wanneer het vat van binnen met vaseline bedekt was. PHILIPP. STRAUCH ¹⁾ heeft deze proeven gecontroleerd en gevonden, dat door de methode van FREUND de stolling nooit geheel werd opgeheven, wel vertraagd en wel, bij bloed van verschillende dieren voor verschillend langen tijd. Ik experimenteerde alleen met paardebloed en vond dat ook daar de stolling werd vertraagd. Het plasma bleef ongeveer $\frac{1}{2}$ uur vloeibaar, de roode bloedlichaampjes daarentegen waren het nog na 2 dagen. Dit verschil van plasma en roode bloedlichaampjes zal wel gelegen zijn in de omstandigheid, dat de roode veel sneller bezinken dan de witte, tengevolge waarvan in de laag der roode bloedlichaampjes nauwelijks een leucocyt gevonden wordt.

Uit de V. jugularis dan, werd bloed opgevangen in een flesch waarin zich een laag olie bevond; onmiddellijk daarna liet ik het bloed uit de V. jugularis stroomen in een flesch op welker bodem glasscherven lagen; de geheel gevulde flesch werd dan gesloten en geschud.

13 Minuten ongeveer na de ontlasting waren de roode bloedlichaampjes in de eerste flesch bezonken en kon het plasma afgepipetteerd worden. 50 cM³ werd in een vooraf gewogen schaalje gebracht voor de bepaling der vaste bestanddeelen. 50 cM³ werden vermengd met 75 cM³ eener verzadigde oplossing van ammoniumsulfaat voor de bepaling van het chloor en eindelijk voegde ik 75 cM³ in een kolfje met 150 cM³ alcohol van 96 pCt, voor de bepaling van het alkaligehalte.

Het plasma was troebel, welke troebelheid bleek te moeten worden toegeschreven aan witte bloedlichaampjes, die nog bij 18°—19° in krachtige amoëboïde beweging verkeerden. Tusschen de witte bevond zich een enkel rood bloedlichaampje.

Toen in de andere flesch het bloed was gedefibrineerd, waarbij de fibrine als een elastische bal zich had afgescheiden, liet ik de bloedlichaampjes bezinken. Ongeveer een kwartier daarna, werd het serum verwijderd. Ook dit was troebel door witte bloedlichaampjes en een enkel rood lichaampje. De witte bloedlichaampjes, zoowel de grooten, waarin zich korrels bevonden als de kleinere, vertoonden amoëboïde beweging. Met opzet heb ik aan de roode bloedlichaampjes van het gedefibrineerde en van het niet-gedefibrineerde bloed evenveel tijd

¹⁾ Inaug-Dissert. Dorpat. 1889. *Jahresber. f. Thierchemie*. B. XIX, 1890. S. 116.

gelaten om zich af te zetten — een kwartier bleek hiertoe voldoende. Op deze wijze toch was de troebelheid van plasma en serum door witte bloedlichaampjes even sterk en de fout, gemaakt door de aanwezigheid van witte bloedlichaampjes, tot een te verwaarloozen minimum gereduceerd. Met een centrifugaalmachine hadden echter ook de witte bloedlichaampjes uit plasma en serum kunnen worden verwijderd. Ik had die niet tot mijne beschikking.

De laag der roode bloedlichaampjes, zoowel in het gedefibrineerde als in het niet-gedefibrineerde bloed, was zoo goed als geheel vrij van witte bloedlichaampjes. Naast de bepalingen van vaste bestanddeelen, chloriden en alkaligehalte in het plasma werden ook bepalingen verricht in het serum en wel met dezelfde hoeveelheden, op gelijke wijze afgemeten.

De resultaten vindt men in de volgende tabel.

T A B E L VII.

	Gram vaste bestanddeelen van 50 cM ³ vloeistof.	cM ³ $\frac{1}{10}$ norm. Ag. NO ₃ overeenkomende met het chloor van 50 cM ³ vloeistof.	cM ³ $\frac{1}{20}$ norm. H ₂ SO ₄ overeenkomende met 50 cM ³ van het alcoholisch filtraat (75 cM ³ vloeistof + 150 cM ³ alcohol); titratie met lakmoïd.
Plasma.....	4.420	54.3	9.85
Serum.....	4.272	54.3	9.90

Uit deze tabel blijkt een groote overeenstemming tusschen de samenstelling van het plasma en van het serum. Deze overeenstemming zou niet gevonden zijn, indien het bloed aan de lucht ware gedefibrineerd geworden. Men vergelijkte hiertoe in tabel I—IV, V met V₁.

Dat het eiwitgehalte van het plasma grooter zou gevonden worden dan dat van het serum liet zich verwachten, omdat uit het plasma en de witte bloedlichaampjes zich fibrine afscheidt. Ik heb de hoeveelheid fibrine, die in het bloed voorkwam, bepaald, door eenvoudig de kogelvormige taaie massa (zie boven) met water uit te wasschen en bij 105—110° te drogen. Het gewicht bedroeg 1,453 gr. Deze fibrine was afkomstig van 590 cM³ bloed. Nu komen 50 cM³ serum overeen met ongeveer $50 \times \frac{10}{6} = 83$ gram bloed. In 83 gram bloed bevonden zich dus $\frac{83}{590} \times 1.453 = 0.204$ gram fibrine, waardoor het verschil 4.420—4.272 = 0.148 voldoende verklaard wordt.

Voor zoover ik weet, is bovenstaande vergelijkende analyse van plasma en het overeenkomstige serum de eerste, die uitgevoerd werd ¹⁾.

Nu interesseerde het mij, te weten of ook het plasma van het carotisbloed dezelfde samenstelling had als het bijbehorende serum; welke vraag tegelijkertijd kon opgelost worden met een andere n.l. of de verschillen, die tusschen het gedefibrineerde arterieele en veneuse bloed waren opgemerkt, ook werden teruggevonden bij het niet-gedefibrineerde.

Bij een paard werd daarom eerst een aderlating uit de V. jugularis verricht en een zekere hoeveelheid bloed onder olie opgevangen (V_o(lie)). Een andere hoeveelheid vloeide in een flesch met glasscherven (V).

Daarna werd bloed uit de A carotis ontlast, eveneens in twee flesschen, de eene met olie (bloed A_o(lie)) en de andere met glasscherven (A).

Zoowel het plasma van het carotis-bloed als van het jugularis-bloed bleef ongeveer een uur vloeibaar. Intusschen kon het reeds na 15 minuten worden weggenomen.

Het bloed V en A werd weer op de gewone wijze met glasscherven geschud om te worden gedefibrineerd.

Tabel VIII bevat de resultaten:

T A B E L VIII.

Bloedsort.	Na Cl-oplossing waarin een weinig kleurstof begint uit te treden.	Gram vaste bestanddeelen in 5 cM ³ plasma of serum.	cM ³ ¹ / ₁₀ norm. Ag NO ₃ overeenkomende met het chloor van 50 cM ³ plasma of serum.	cM ³ ¹ / ₂₀ norm. H ₂ SO ₄ beantwoordende aan het alkali van 50 cM ³ alcoholisch filtraat (75 cM ³ plasma of serum + 150 cM ³ alcohol); titratie met lakmoïd
V _o (Jugularis-bloed onder olie opgevangen.....)	0.74	4.454	100.41	9.58
V (Jugularis-bloed buiten toetreding van lucht gedefibrineerd).....	0.74	4.273	100.60	9.54
A _o (Carotis-bloed onder olie opgevangen.....)	0.72	4.375	101.52	9.01
A (Carotis-bloed, buiten toetreding van lucht gedefibrineerd).....	0.72	4.220	101.40	9.02

¹⁾ Vergel. o. a. BUNGE, *Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie*. 1887. S. 214.

Zooals men ziet, onderzocht ik van de vier bloedsoorten de bloedlichaampjes op hun gedrag tegenover zoutoplossingen en het plasma en serum op hun gehalte aan vaste bestanddeelen, chloriden en alkaliën.

Uit dit onderzoek bleek :

1°. dat de bloedlichaampjes van het niet-gedefibrineerde bloed in dezelfde zoutsolutie kleurstof beginnen te verliezen als die van het gedefibrineerde ;

en dat dus voor het niet-gedefibrineerde bevestigd wordt, hetgeen gevonden werd bij het gedefibrineerde, dat n.l. de roode bloedlichaampjes van het arterieele bloed in een zwakkere zoutsolutie kleurstof beginnen te verliezen dan die van het veneuse.

Ik had nog gelegenheid hierbij op te merken, dat na 24 uur ongeveer een weinig coagulum zichtbaar was in de buisjes, waarin zich het niet-gedefibrineerde bloed bevond. Veel coagulum kon ook niet gevormd zijn, daar het aantal witte bloedlichaampjes in de cruor bijzonder gering was, zoo goed als geen plasma zich tusschen de bloedlichaampjes bevond ;

2°. Het plasma van het veneuse bloed bevat een grooter gewicht aan vaste bestanddeelen dan dat van het arterieele ; hetzelfde werd waargenomen bij het serum van beide bloedsoorten.

Intusschen bedraagt de hoeveelheid vaste bestanddeelen van het plasma meer dan die van het overeenkomstige serum. Het verschil kan echter verklaard worden uit het feit, dat in het plasma de bestanddeelen der fibrine nog voorhanden zijn.

3°. Het plasma van het veneuse bloed bevat minder chloor dan dat van het arterieele. Hetzelfde werd ook waargenomen bij vergelijking van het chloorgehalte van het serum der beide bloedsoorten.

Het plasma van het veneuse bloed bevat meer alkali dan dat van het arterieele. Hetzelfde werd ook waargenomen bij vergelijking van het alkaligehalte van het serum der beide bloedsoorten.

Op de beteekenis van de waargenomen verschillen tusschen arterieel en veneus bloed, zal ik hier niet ingaan. Later hoop ik er op terug te komen.

Dat het bloed, opgevangen in een warme flesch en vloeibaar gehouden bij lichaamstemperatuur, een kwartier na de ontlasting nog leeft, zal wel niemand betwijfelen. Men kent een aantal feiten, die aantoonen, dat zelfs organen bij behoorlijke voeding en bij lichaamstemperatuur, geruimen tijd buiten het lichaam kunnen leven. Zoo is het bekend, dat de nieren, nadat ze uit het lichaam zijn verwijderd, langen tijd het vermogen behouden, de synthese van hippuurzuur te bewerkstelligen uit benzoëzuur en glyocol, indien deze beide

stoffen in warm zuurstofhoudend gedefibrineerd bloed aan de arteria renalis worden toegevoerd. Voor eenigen tijd nam ik waar, dat gedefibrineerd arterieel bloed van lichaamstemperatuur, in de a. renalis van een warm gehouden paardenier geleid, de vena renalis als veneus verliet en de eigenschap had gekregen te stollen. Bij een nier, die na de exstirpatie eerst een half uur aan een temperatuur van 12° was blootgesteld geweest, gelukte de proef niet meer.

Het is reeds lang bekend, dat het uitgesneden hart van warmbloedige dieren blijft kloppen wanneer het met zuurstofhoudend gedefibrineerd bloed van lichaamstemperatuur wordt gevoed.

Wanneer nu een zoo fijn georganiseerd orgaan als het hart, met zijn zenuwen en gangliencellen buiten het lichaam kan leven, is er dan reden te betwijfelen, dat met het veel eenvoudiger georganiseerde bloed hetzelfde het geval is? Eigenlijk zou deze twijfel slechts betrekking kunnen hebben op de roode bloedlichaampjes; want de witte ziet men amoëboïde bewegingen vertoonen.

Mag men echter ook het *gedefibrineerde* bloed als levend beschouwen? Voor zoover deze vraag de witte bloedlichaampjes geldt, is zij gemakkelijk te beantwoorden. Over de roode aanstonds.

Toen bij een mijner experimenten, drie uren na het defibrineeren, de temperatuur van het bloed tot 19° gedaald was, waren de amoëboïde bewegingen nog duidelijk waar te nemen. Ze waren echter niet zoo krachtig als in den aanvang, bij lichaamstemperatuur. Ik liet nu het bloed gedurende 24 uren bij 15° aan zichzelf over, doch vond thans alle beweging opgehouden. Nadat echter het bloed gedurende een half uur op lichaamstemperatuur was verwarmd, vertoonden zich de amoëboïde beweging weer opnieuw en in sterkere mate. Bij bloed, dat twee dagen 15° had gestaan kon ik hetzelfde waarnemen. Om mij hiervan ook eens op een andere wijze te overtuigen, bedeelde ik het laatst bedoelde oude bloed met carmijnkorreltjes, door het in een mortier er mede aan te wrijven, plaatste het toen in een toestel van d'Arsonval, die tot lichaamstemperatuur was verwarmd en zag na twee uren, dat alle witte bloedlichaampjes waren gevuld met carmijnkorreltjes.

Nadat het bloed drie dagen bij 15—17° was bewaard, kon ik de amoëboïde bewegingen door verwarming niet meer opwekken. De witte bloedlichaampjes waren dus afgestorven.

En wat de roode betrof, deze volgden de wetten der isotonische coëfficiënten niet meer en vertoonden uittreden van kleurstof op onregelmatige wijze en wel, in zoutsoluties, die door minder oud bloed geheel kleurloos werden gelaten. Ook de inwerking van zuren en alkaliën op het drie dagen oude bloed gaf resultaten, geheel afwij-

kende van die welke verkregen werden met bloed, dat versch of één dag oud was.

Ongeveer tezelfder tijd derhalve, dat de witte bloedlichaampjes afgestorven zijn, gehoorzamen de roode niet maar aan de wetten der isotonische coëfficiënten.

Bedenkt men nu, dat deze wetten ook voor kikvorschbloedlichaampjes gelden, die eenige uren na de verwijdering uit het lichaam toch zeker nog als levend moeten beschouwd worden en houdt men in het oog, dat de roode bloedlichaampjes aan het stollingsproces geen aandeel hebben en de witte bloedlichaampjes van het gedefibrineerde bloed geruimen tijd amoëboïde bewegingen vertoonen, dan is men m. i. gerechtigd uit het een en ander aan te nemen, dat gedefibrineerd bloed levend is en dit vele uren blijft.

Of de afscheiding van fibrine zelve als een afstervingsproces moet beschouwd worden, kunnen we hier buiten bespreking laten. Twee zaken schijnen er intusschen tegen te pleiten 1° dat bloed van koudbloedige dieren, enkele minuten na de ontlasting stolt, terwijl zelfs de meest gewichtige organen, zonder toevoer van voedsel, nog uren buiten het lichaam blijven leven; 2° dat de stolling van het bloed van warmbloedige dieren door afkoeling worden vertraagd, terwijl het leven der weefsels en organen door afkoeling wordt benadeeld.

Terugziende op mijn vroegere onderzoekingen over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes ¹⁾, welke experimenten verricht werden met gedefibrineerd bloed, wenschte ik thans na te gaan of de toen gevonden resultaten ook voor het niet gedefibrineerde bloed geldig waren. Te dien einde werd in twee flesschen, ieder voorzien van een laag zuivere olie, bloed opgevangen.

Door de eene voerde ik gedurende 20 minuten CO₂ en liet toen de bloedlichaampjes bezinken. Spoedig echter stonde de massa. De oorzaak hiervan moet waarschijnlijk gezocht worden in de omstandigheid, dat de gasbellen nu en dan wat bloed door de olielaag heen met de lucht in aanraking brachten, terwijl ook de beweging als zoodanig, door het gas teweeggebracht, wel tot de stolling zal bijgedragen hebben.

Ik wendde mij toen tot zuur en alkali; waarvan ik den invloed op gedefibrineerd bloed in mijn vorig opstel bestudeerde ²⁾.

¹⁾ *Verlagen en Mededeelingen*, enz. 3e Reeks Dl. IX. p. 197.

²⁾ *Verlagen en Mededeelingen*, enz. 3e Reeks. Dl. IX. p. 354.

Ik nam drie flesschen, bracht in de eene 5 cM³ $\frac{1}{5}$ norm. KOH, in de tweede 5 cM³ $\frac{1}{5}$ norm. H₂SO₄ en in de derde 5 cM³ water. In ieder der flesschen liet ik nu onder flink omschudden 200 cM³ bloed uit de V. jugularis stroomen en bedekte telkens onmiddelijk na het omschudden het bloed met een laag olie. Na 15 minuten ongeveer kon uit alle drie flesschen het bovenstaande plasma worden verwijderd. 50 cM³ van ieder werd in een vooraf gewogen schaalteje gebracht ter bepaling van de vaste bestanddeelen. Het niet gebruikte plasma bleef nog ongeveer 1 uur tot drie kwartier vloeibaar, terwijl de laag der bloedlichaampjes in het geheel niet vast werd. Ze werden onderzocht op hun gedrag tegenover zoutoplossingen.

In de volgende tabel zijn de resultaten van deze proeven saamgevat.

T A B E L IX.

	Na Cl-oplossing, waarin een weinig kleurstof begint uit te treden.	Gram vaste bestanddeelen in 50 cM ³ plasma.
200 cM ³ bloed + 5 cM ³ $\frac{1}{5}$ norm. KOH.	0.62 %	4.041
200 cM ³ bloed + 5 cM ³ $\frac{1}{5}$ norm. H ₂ SO ₄ .	0.72 %	4.165
200 cM ³ bloed + 5 cM ³ water.....	0.66 %	4.109

Uit deze tabel blijkt, dat door toevoeging van alkali en zuur bij niet gedefibrineerd bloed, de bloedlichaampjes en het plasma wijzigingen ondergaan. Deze zijn voor alkali en zuur van tegengestelden aard.

Alkali brengt zoodanige verandering in de permeabiliteit der bloedlichaampjes te weeg, dat ze in een zwakkere Na Cl-oplossing hun kleurstof behouden dan vóór de inwerking, of, wat hetzelfde is, dan na inwerking van water; terwijl zuur een zoodanige verandering in de permeabiliteit der bloedlichaampjes te weeg brengt, dat ze in een sterkere Na Cl-oplossing kleurstof afstaan dan vóór de inwerking.

Verder leerden de experimenten, dat alkali de hoeveelheid vaste bestanddeelen van het plasma doet dalen ten voordeele van de bloedlichaampjes; zuur bewerkt juist het tegengestelde.

Deze resultaten zijn volkomen gelijk aan die, welke verkregen werden bij het gedefibrineerde bloed (l. c. p. 360).

Ik kan nog hieraan toevoegen, dat een uur na de behandeling van het bloed met KOH en zuur, in het nog vloeibare plasma alle witte bloedlichaampjes krachtige amoëboïde beweging vertoonden.

Hetzelfde nam ik waar bij het gedefibrineerde bloed, dat op

dezelfde wijze met dezelfde hoeveelheid alkali en zuur was vermengd en wel, 8 uren nadat deze vermenging had plaats gehad. Na dien tijd heb ik de witte bloedlichaampjes niet meer onderzocht.

In verband met de laatste feiten, interesseerde het mij, te onderzoeken of het CO₂ een blijvend schadelijken invloed op het leven der witte bloedlichaampjes kon uitoefenen. Daarom voerde ik door gedefibrineerd bloed gedurende een half uur een flinken stroom CO₂, liet het bloed vervolgens een uur aan zich zelf over en verdreef toen het CO₂ door lucht. Bij verwarming vertoonden de witte bloedlichaampjes krachtige amoëboïde beweging en bleken in staat, kleurstofkorreltjes in zich op te nemen.

Ten slotte zij nog vermeld, dat de temperatuur geen merkbaren invloed blijkt uit te oefenen op de verdeling van de bloedbestanddeelen over bloedlichaampjes en plasma en over bloedlichaampjes en serum.

Bloed uit de V. jugularis in een warme flesch met olie opgevangen, werd aan zich zelve overgelaten, bij een temperatuur van 38°. Nadat de bloedlichaampjes waren bezonken, werd van het plasma op de gewone wijze het gehalte aan vaste bestanddeelen en tevens het chloorgehalte bepaald. Daarnaast werd hetzelfde gedaan met bloed dat in een koude flesch (16°) was opgevangen en blootgesteld werd aan een temperatuur van 16°.

Behalve het plasma werden ook de bloedlichaampjes van beide onderzocht op hun gedrag tegenover zoutoplossingen. Bij een vroegere gelegenheid heb ik het gedefibrineerde bloed op dezelfde wijze onderzocht en wel bij temperaturen van 10° en van 38°.

De volgende tabel bevat de uitkomsten der proeven.

T A B E L X.

	Na-Cl-oplossing, waarin de bloedlichaampjes een weinig kleurstof beginnen af te staan.	Gr. vaste bestanddeele in 50 cM ³ plasma of serum.	cM ³ ¹ / ₁₀ norm. AgNO ₃ overeenkomende met het chloor van 50 cM ³ plasma of serum.
Niet gedefibrineerd bloed bij 38°.....	0.65 %	4.385	53.4
Niet gedefibrineerd bloed bij 16°.....	0.65 %	4.389	53.4
Gedefibrineerd bloed bij 38°.....	0.63 %	4.193	54.6
Gedefibrineerd bloed bij 10°.....	0.63 %	4.180	54.8

Uit deze tabel blijkt, dat, binnen de gemelde grenzen, de verdeling van de bestanddeelen over bloedlichaampjes en bloedvocht onafhankelijk is van de temperatuur.

R É S U M É.

Het bovenstaand onderzoek heeft in hoofdzaak tot de volgende uitkomsten geleid.

1. *Er is een onderscheid in samenstelling aan te toonen tusschen het gedefibrineerde bloed uit de a. carotis en uit de v. jugularis van het paard.*

Dit blijkt uit het onderzoek der roode bloedlichaampjes zoowel als uit dat van het serum.

- a. *De bloedlichaampjes van de a. carotis behouden nog hun kleurstof in een zoutsolutie, waarin die der v. jugularis hun haemoglobine reeds beginnen te verliezen.*

- b. *Het serum van het carotis-bloed bevat een kleiner gewicht aan vaste bestanddeelen (eiwit), een kleiner alkaligehalte, doch een grooter chloorgehalte dan het serum van het jugularis-bloed.*

- c. *De onder a en b genoemde verschillen zijn niet uitsluitend toe te schrijven aan het verschillend gehalte van carotis- en jugularis-bloed aan CO₂; want wanneer men de beide bloedsoorten energisch met lucht behandelt, zoodat de invloed van het CO₂ is geëlimineerd, dan blijven toch verschillen tusschen de beide bloedsoorten bestaan.*

Gelijk vroeger gebleken is, bestaat de invloed van het CO₂ in het teweegbrengen van een wijziging in de permeabiliteit der bloedlichaampjes voor verschillende stoffen en dus ook in het teweegbrengen van een gewijzigde verdeling der bloedbestanddeelen tusschen bloedlichaampjes en serum.

2. *De verschillen, onder a en b geconstateerd voor het gedefibrineerde carotis- en jugularis-bloed, worden in volkomen denzelfden zin en dezelfde mate teruggevonden bij de niet gedefibrineerde, geheel onveranderde bloedsoorten.*

¹⁾ Over den invloed der ademhaling op de permeabiliteit der roode bloedlichaampjes. *Verslagen en Mededeelingen enz.*, 3e Reeks, Dl. IX. p. 197.

3. *De invloed van zuur en alkali, bij gedefibrineerd bloed vastgesteld, wordt geheel teruggevonden bij het niet gedefibrineerde onveranderde bloed.*
4. *Naar deze experimenten en de op p. 19 en 20 gemaakte overwegingen is het gedefibrineerde bloed als levend te beschouwen en blijft het deze eigenschap gedurende vele uren behouden, al is de temperatuur lager dan de lichaamstemperatuur.*
5. *De temperatuur heeft, althans tusschen de grenzen 10° en 38° geen merkbaren invloed op de verdeling der bloedbestanddeelen tusschen bloedlichaampjes en bloedvocht.*
6. *Bij vergelijkende quantitatieve onderzoekingen van arterieel en veneus bloed of van gelijknamig bloed uit verschillende vaatsystemen verdient een afzonderlijke studie van de bloedlichaampjes en het plasma de voorkeur boven een analyse van het bloed in zijn geheel.*
 - 1°. *Omdat de verhouding van het aantal bloedlichaampjes en het volume van het plasma, zooals die bij het experiment wordt gevonden, niet beantwoordt aan de verhouding, welke in het normale lichaam heerscht. Daar nu een geringe afwijking van het betrekkelijk aantal roode bloedlichaampjes een relatief groote afwijking in de samenstelling van het geheele bloed te weeg brengt, zullen de ware verschillen, welke tusschen differente bloedsoorten bestaan en die toch al gering zijn, geheel kunnen worden bedekt, ja zelfs in foutieve richting te voorschijn treden.*
 - 2°. *Omdat men, door bloedlichaampjes en plasma afzonderlijk te beschouwen, reeds van zelf dieper in het te onderzoeken vraagstuk doordringt.*
7. *Het onderzoek van bloedlichaampjes en plasma van het niet gedefibrineerde bloed kan vervangen worden door dat van bloedlichaampjes en serum van het gedefibrineerde, mits men het bloed steeds buiten toetreding van lucht defibrineert.*

Verzuimt men deze voorzorgsmaatregel, m. a. w. defibrineert men op de tot dusverre gebruikelijke wyze, dan treedt een abnormale verdeling der bloedbestanddeelen tusschen lichaampjes en serum in, een verdeling, afwijkende van die welke bestaat tusschen lichaampjes en plasma.

Doordien men met dit feit geen rekening heeft gehouden, moe-

ten de tot dusverre verrichte analyses van het serum worden herhaald.

8. Wegens het geringe bedrag der verschillen, dat voor vele bestanddeelen der onderscheidene bloedsoorten niet meer dan tienden van procenten bedraagt, zal men bij de tegenwoordig gebruikelijke methode van bloedontrekking slechts van groote dieren kunnen gebruik maken.

Dit geldt niet voor het onderzoek der roode bloedlichaampjes met behulp van zoutoplossingen. Hiervoor zijn slechts geringe hoeveelheden bloed noodig.

Men late dit onderzoek dan ook voorafgaan aan de gewone chemische analyses, omdat het zeer gemakkelijk en spoedig is uit te voeren en omdat verschillen in het gedrag der bloedlichaampjes tegenover zoutoplossingen, met zekerheid wijzen op verschillen in de samenstelling van het plasma of het serum.

*Physiol. Laborat.
der Rijks Veeartsenijschool.
Utrecht, Mei 1892.*
