

Z kliniki Prof. Dr. Korczyńskiego.

Próba oznaczania ogólnej ilości krwi i ciałek krwi u ludzi, w celach klinicznych.

Przez

DOKTORA BOLESŁAWA SKÓRCZEWSKIEGO.

W październiku r. z. rozpocząłem na klinice za radą Profesora KORCZYŃSKIEGO doświadczenia, w celu poznania wpływu żelaza na ilość ciałek krwi czerwonych i białych. Z pomocą przyrządu MALASSEZA ¹⁾ obliczałem codziennie o jednej godzinie ciałka krwi u dwóch chorych na moczówkę cukrową (*diabetes mellitus*), i znalazłem, pomimo zachowania wszelkich ostrożności przez MALASSEZA zalecanych, że ilość ciałek, w różnych dniach obliczana, nie zgadzała się ze sobą, tak, że w 7 dniach ilość ta wahała się u jednego z badanych między 5209600 a 3301600 ciałek w 1 mm. sz.; u drugiego zaś między 4336200 a 3742200. Śledząc przy-

¹⁾ MALASSEZ. *Nouvelle méthode des numeration des globules rouges et des globules blancs du sang.* (Arch. de p. ysiol. norm. et path., 1874, p. 32).

czynny tych zmian w ilości ciałek, zdawało mi się, że dostrzegłem pewien związek między ilością takowych, a ilością wydzielonego moczu przez dobę, a mianowicie: że ilość ciałek była w stosunku prostym do ilości wydzielonego moczu; w dniach bowiem, w których chory więcej moczu wydelał, znajdowałem większą ilość ciałek w 1 mm. sz. krwi. Największą ilość w badanych przypadkach znalazłem wtedy, gdy chory miał rozwolnienie. Aby się przekonać, czy rozwolnienie wpłynęło na tę zmianę, podałem innemu choremu raz olej rącznikowy (*ol. ricini*), drugi raz proszek jalapy, i stwierdziłem, że w obu przypadkach w przeciągu 2 godzin ilość ciałek się zwiększyła, raz z 5326200 na 6292800, drugi raz z 4791300 na 7088400 w mm. sz.

W ostatnich czasach BROUARDEL ¹⁾ zwrócił uwagę na to, że rozwolnienie sprawia tego rodzaju zmiany w ilości ciałek, przyczém podnosi znaczenie tego spostrzeżenia dla uniknięcia błędów w tych badaniach krwi.

Zwiększenie się ilości ciałek przypisywałem zagęszczeniu się krwi przez ubytek z niej wody, a ztąd sądziłem, że przez podanie napojów powinno się otrzymać skutek przeciwny. Wypadek obliczeń ciałek po picciu wody zgodnym był z tém przypuszczeniem.

Pierwsze te próby doświadczeń przekonywały mię, że gdyby tą drogą chciano np. zbadać wpływ żelaza na ilość ciałek krwi, nie możnaby dojść do pożądanego celu, gdyż ogólna ilość krwi już wśród wa-

¹⁾ BROUARDEL. *Über den Einfluss der Abführmittel und des Hungers auf den Gehalt des Blutes an Blutkörperchen.* (Z Gaz. des hôpit. Ref. Wien. med. Woch. 1876, Nr. 41).

runków fizjologicznych ciągle się zmienia przez nieustanne doprowadzanie i odprowadzanie wody z ustroju, czyli przez nieustanne rozrzedzanie i zagęszczanie krwi. Przeto, chcąc śledzić patologiczne zmiany w ilości ciałek krwi, konieczną jest rzeczą, poznać ogólną ilość krwi badanego ustroju; na téj bowiem tylko podstawie można ocenić istotny przybytek, lub ubytek ciałek, sposobem nie zależącym od chwilowego zagęszczenia, lub rozrzedzenia się krwi.

Nie zraziły mię jednak tego rodzaju trudności, nie porzuciłem zatem planu, wytkniętego mi przez Profesora KORCZYŃSKIEGO, musiałem jednak odłożyć go do pewnego czasu, dla przeprowadzenia wstępnych badań, celem rozwiązania najważniejszych w tym przedmiocie pytań:

- 1) z jaką chyżością bywa chłonią woda w przewodzie pokarmowym ¹⁾,
- 2) w jakim zostaje związku chłonięcie wody z wydzieleniem moczu ²⁾,
- 3) jakby można w celach klinicznych oznaczać ogólną ilość krwi u każdego człowieka.

Rozwiązanie dwóch pierwszych pytań służy za podstawę do rozwiązania pytania trzeciego.

Wiadomo, że kwestyja oznaczania ilości krwi w ustroju, mimo bardzo licznych badaczy, którzy rozmaitemi sposobami starali się tu dojść do celu, prze-

¹⁾ SKÓRCZEWSKI A. O wpływie ciepłoty wód lekarskich na chyżość ich chłonięcia w przewodzie pokarmowym. (Medycyna 1877, N. 21, 22)

²⁾ SKÓRCZEWSKI B. O związku między chłonieniem wód lekarskich a wydzieleniem moczu. (Pamiętnik Towarzystwa lekars. Warsz. 1877)

cięż stanowczo nie została rozstrzygnięta. Jeżeli więc oznaczenie ogólnej ilości krwi, czy to u ludzi zmarłych, czy to u zwierząt, tak wielkie nasuwa trudności, to wyznaję, że zbyt śmiałym zdawać się musi usiłowanie oznaczenia jej w żywych, gdzie oczywiście większe jeszcze nasuwają się trudności. Trudność ta przecież w zadaniu mojem o tyle się umniejsza, że jeżeli innym badaczom chodziło o ścisłe obliczenie ilości krwi bezwzględnie, lub w stosunku do wagi ciała, to w celach klinicznych, które miałem na widoku, wystarczyć może oznaczenie ze względną, t. j. taką dokładnością, wobec której, mimo pewnych uchybień, błędy te powtarzałyby się statecznie, tak, że przez to możność porównawczego poglądu na stosunek ilości krwi do wagi ciała w przebiegu różnych chorób, nie doznałaby szczególnego uszczerbku.

W stanie prawidłowym bez przerwy zmienia się ilość wody we krwi, przez doprowadzanie nowej do ustroju i odprowadzanie dawniejszej drogą wydzielen. Aby ta zmiana mogła służyć za podstawę do oznaczenia ogólnej ilości krwi, ilość wody rozrzedzającej krew, gdy dostanie się do niej chłoniem, a zagęszczającą przez swój z niej ubytek, przedstawić należy w liczbach, i to, ile można, jak największych. Przypuszczając, że ilość wody wydalonej z ustroju wypróżnieniami, może być do pewnych granic miarą ilości wody ze krwi odpowiednio wydalonej, to chcąc tę ilość powiększyć, pozostaje do wyboru, bądź sztuczne przysporzenie wydzielin przez zadanie odpowiednich leków, bądź też wprowadzenie do ciała nowego zasobu wody. Ta ostatnia droga ze wszech miar zasługuje na pierwszeństwo.

Wypadek doświadczeń w mych poprzednio wspomnianych pracach dowodzi:

- 1) że cała ilość wody studziennój, wprowadzonój do przewodu pokarmowego, dostaje się do krwi podobnie, jak przy wstrzykiwaniu wody do żył;
- 2) że następnie zwiększone wydzielanie moczu rozpoczyna się dopiero wtedy, gdy cała ilość wody studziennój, wprowadzonój do przewodu pokarmowego zostanie wessaną;
- 3) że w przeciągu 3 godzin po użyciu 2—4 szklanek wody studziennój, wydzielanie moczu zwiększy się o tyle, że takowém odejdzie cała ilość wypitėj wody studziennój.

W zastosowaniu do krwi, możnaby na zasadzie tych wypadków wyrazić się w ten sposób:

- 1) Krew rozrzedza się o całą ilość wypitėj wody studziennój;
- 2) następne zagęszczenie się krwi skutkiem zwiększonego wydzielania moczu, rozpoczyna się dopiero wtedy, gdy sprawa rozrzedzania się krwi została ukończoną;
- 3) w przeciągu 3 godzin przy rozrzedzeniu krwi 2—4 szklankami wody studziennój, skutek zwiększonego wydzielania moczu będzie taki, że krew wróci do dawniejszėj gęstości.

Opiérając się zatém na ilości wody wypitėj i wydalonėj z moczem, dałoby się w przybliżeniu przedstawić w cyfrach owo rozrzedzenie i zagęszczenie krwi.

Nie należałoby tu pomijać uwagi, że oprócz moczu innemi jeszcze drogami woda wydalą się z ciała, jako to przez płuca, skórę, z żółcią, śliną, sokami jelitowemi; że nadto zmienny jój stan w limfie i cieczy

śródtkankowej mógłby mieć wpływ na jęj ilość we krwi; z tém wszystkiém, jak uwzględnienie ubytku wody ze krwi temi drogami jest dla nas zgoła niepodobne, tak znowu, jeżeli doświadczenie nie przeciąga się za długo, nie może on się porównać z niewątpliwie najobfitszym odchodem wody przez nérki. Nie przeczę jednak, że nie uwzględniając owych wpływów do pewnego stopnia cierpieć na tém musi koniecznie dokładność użytego przezemnie sposobu obliczania ilości krwi.

Z tego powodu, co do wydzielania wody skórą i płucami, starałem się zaradzić temu niedostatkowi przynajmniej w ten sposób, że cały czas doświadczenia ograniczyłem do pół godziny, powtóre, że do ilości wydzielonego moczu dodawałem ilość wody wydzielonej w tym czasie przeziewem i oddechem, biorąc za takową średnią ilość ze znanych badań fizjologicznych, z których wynika, że 1 kilogram ciężaru ciała ludzkiego wydziela w przeciągu kwadransa 0·15625 cm. sz. wody temi drogami.

Łącząc to w jedną całość, sędzę, że przykładem najlepiej rzecz całą wyjaśnię.

D o ś w i a d. I. Kolega G., silny i czerstwy mężczyzna, wążący 58 kilogr., o godzinie 12 wypił 2 szklanki wody studziennęj. Po oddaniu wszystkiego moczu o godzinie 1éj, o godzinie 1½, oddał go 216 cm. sz., a zatém przez te pół godziny od 1—1½, krew się zagęściła przez utratę wody:

| | |
|--|-----|
| nérkami, tj. przez wydanie moczu | 216 |
| skórą i płucami $58 \times 2 \times 0\cdot15625 =$ | 18 |

Razem . . . 234 cm. sz.

Znając w przybliżeniu ilość wody, której przybytkiem krew się rozrzedza, lub ubytkiem zagęszcza, wiedząc nadto, jak obok tego składniki krwi stałe, mianowicie ciała, białko lub hemoglobin zachowują się przed i po rozrzedzeniu téjże, to możnaby już za pomocą odpowiednich wzorów matematycznych obliczyć, jak wielką jest cała ta ilość krwi, której wiadome rozrzedzenie i zagęszczenie, sprawi dostrzeżone różnice w stósunku jój składników stałych.

Udoskonalenie sposobu obliczania ilości ciałek krwi, przez przyrząd MALASSEZA, nastęrcza najlepszą sposobność zużytkowania w tym celu ciałek krwi, jako jój stałego składnika. Jeżeli bowiem obliczy się ilość ciałek w znanój jednostce krwi, potem do całej masy krwi doleje się znaną ilość wody i znowu obliczy ciała w takiój samój jednostce, jak poprzednio, to wypadek obu tych obliczeń będzie różnym, a różnica zależeć będzie od ilości dolanej wody. Nazwijmy ilość ciałek krwi w całym ustroju N , objętość wszystkiój krwi V ; iloraz $\frac{N}{V} = x$ oznacza ilość ciałek krwi w jednostce jój objętości. Jeżeli z téj krwi weźmiemy małą próbkę, w której ilość ciałek wynosi n , a objętość téj próbki w , to podzieliwszy znowu ilość ciałek n przez objętość krwi w , otrzymamy

$$\frac{n}{w} = a, \quad (1)$$

oznaczające również ilość ciałek krwi w jednostce objętości téj próbki; ponieważ przypuszczamy, że stosunek ciałek do objętości krwi jest jednaki w całym ciełe, przeto $x = a$, a zatem,

$$\frac{N}{V} = a. \quad (2)$$

Rozrzedziwszy następnie krew przez dolanie znanj ilości wody v' , wtedy ilość ciałek b w jednostce objętości zmieni się; albowiem ilość ciałek krwi w całym ustroju zostanie ta sama N , objętość zaś krwi V zwiększy się o ilość dolanej wody v' ; a więc

$$b = \frac{N}{V+v'} \quad (3)$$

Właściwie ilość ciałek krwi zmniejszyła się w całym ustroju o X , jeżeli X oznacza ilość ciałek zawartych w objętości krwi W , upuszczonej przy pierwszym doświadczeniu w celu oznaczenia ilości a . Również objętość krwi w ciele zawartj umniejszyła się po tém pierwszym doświadczeniu o W . Ścisłe więc jest

$$b = \frac{N-X}{V-W+v'} \quad (4)$$

Tego wzoru użyć potrzeba, gdyby ilość krwi upuszczonej w pierwszym doświadczeniu była większą. Wtedy oznaczyć należy dokładnie ilość W i oblicza się X ze wzoru $X = aW$. (5)

Wszakże używając sposobu MALASSEZA potrzeba tylko bardzo małej kropelki krwi. Można więc w tym razie W względem V i X względem N uważać za nieskończenie małe: dlatego wzór (3) jest wtedy dostatecznie dokładnym. A żeby b oznaczyć, upuszcza się nieco krwi po jój rozrzedzeniu i liczy się ilość ciałek krwi n' w malutkiej próbce znanj objętości w' . Wtedy

$$b = \frac{n'}{w'} \quad (6)$$

Dzieląc równanie (2) przez (3) otrzymamy

$$\frac{a}{b} = \frac{V+v'}{V} = 1 + \frac{v'}{V}.$$

Ztąd

$$\frac{a}{b} - 1 = \frac{a-b}{b} = \frac{v'}{V};$$

a więc
$$V = \frac{bv'}{a-b}. \quad (7)$$

to znaczy, że objętość krwi w całym ustroju V równa się ilości, a raczej liczbie ciałek w jednym mil. sz. krwi rozrzedzonej b , pomnożonej przez ilość wody dolanej v' , a podzielonej przez różnicę $a - b$, którą otrzymamy odejmując od ilości ciałek w jednym mil. sz. krwi zagęszczonej a ilość tychże w 1 mm. sz. krwi rozrzedzonej b . W tym wzorze V i v' odnoszą się do téj samej jednostki, tj. jeżeli v' oznaczone jest w centymetrach sześć., to i V , ilość wody w ustroju, również jest oznaczona w centymetrach sześciennych.

Przechodząc do zastosowania tego wzoru matematycznego połączę go z opisem całego postępowania przy badaniu, odnosząc się do poprzednio już opisanego przykładu, w którym oznaczono ilość utraconej wody sprawiającą zagęszczenie krwi. Otóż gdy o godzinie 1 badany oddał wszystek mocz, nakłółem palec jego dosyć silnie bisturem, aby się ranka nie zrosła przez następne pół godziny, a otarłszy pierwsze krople krwi wziąłem jej próbkę zbiornikiem MALASSEZA, liczyłem w rurze włosowatej około 20 pól po 50 mikrometrów, biorąc do rurki włosowatej 4 razy świeżej cieczy ze zbiornika i znalazłem 5411340 ciałek w jednym milimetrze sześciennym¹⁾. W pół godziny

¹⁾ Przy tém liczeniu ciałek należy zachować jak największą dokładność i nie można pominąć żadnej z przestróg przez MALASSEZA podanych, gdyż najmniejszy błąd tutaj popełniony w następnych obliczeniach wzrasta do olbrzymich rozmiarów. Dlatego

badany oddał moczem, skórą i płucami 234 cm. sz. wody, a wtedy ucisnąwszy ranę i otarłszy pierwsze krople krwi, wziąłem znowu próbkę z kropli, która bez nacisku na palec sama wypłynęła, a obliczając w podobny sposób, jak poprzednio, znalazłem 5635080 ciałek w jednym mm. sz.

A zatem wartości dla wzoru:

$$V = \frac{bv'}{a-b}$$

w tym przypadku są następujące:

$a = 5635080$ (ilość ciałek w 1 mil. sze. krwi zagęszczonój)

$b = 5411340$ (ilość ciałek w 1 mil. sze. krwi rozrzedzonój)

$v' = 234$ cm. sz. (ilość wody rozrzedzającej krew),

podstawivszy te wartości, wykonajmy obliczenie

$$V = \frac{5411340 \times 234}{5635080 - 5411340} = 5659.8$$

Wypadek tego obliczenia jest ten, że o godzinie 1½, tj. w chwili kiedy wzięto drugą próbkę, w której znaleziono 5635080 ciałek w 1 mil. sze. krwi, ogólna ilość krwi u badanego wynosi 5659.8 cm. sz.

Skoro wiemy wiele ciałek znajduje się w 1 mm. sz. i skoro obliczyliśmy ilość cm. sz. całej masy krwi, to łatwo możemy obliczyć jeszcze ilość ciałek w całej tej masie krwi, albowiem 1 cm. sz. mieści w sobie 1000 mm. sz., a więc $5635080 \times 5659.8 \times 1000 = 31\,893\,425\,784\,000$, czyli 31 893 miliardów ciałek krwi ma się znajdować w całym ustroju badanej osoby.

Pozostaje jeszcze obliczenie ciężaru ogólnej ilości krwi, co w przybliżeniu można skutecznie, wiedząc,

chcąc uniknąć możliwego błędu przy liczeniu ciałek, liczyłem je na wielkich przestrzeniach i kilkakrotnie zmieniałem rozczyn krwi w rurce włosowatej.

że 1000 cm. sz. wody przekroplonej waży 1 kilogram. i przyjmując, że średnią miarą ciężar gatunkowy krwi człowieka jest 1.055; przeto w naszym przypadku krew wynosząca 5659.8 cm. sz. waży

$$\frac{5659.8 \times 1.055}{1000} = 5.971089 \text{ kilogram.}$$

Badany ważył 58 kilogram., a jego krew 5.971089 kilogram., przeto stosunek ciężaru krwi do ciężaru ciała w przybliżeniu wynosi $\frac{1}{10}$.

Tym sposobem wykonałem obliczenie ogólnej ilości krwi na 11 osobach częścią na kolegach (Nro 1 do 10), częścią na wyzdrowiających (Nr. 11 do 18). Chcąc się przekonać, czy wypadki obliczeń na jednych osobach kilkakrotnie powtarzane będą się ze sobą zgadzały, u 4 badanych powtarzałem 2 lub 3 razy całe doświadczenie, i wypadki istotnie były bardzo zgodne. Załączona tablica przedstawia wypadek téj pracy, w której oprócz szczegółowych wypadków obliczeń, o których wyżej się mówiło, w ostatniej rubryce umieściłem jeszcze ilość miliardów ciałek krwi, przypadającą na 1 kilogram. ciężaru ciała.

Powtarzam, o czém już wyżej nadmienilem, że sposób oznaczania ilości krwi, który tu podaję, ulegać może nie jednemu zarzutowi, są tu bowiem źródła błędów, których nie podobna usunąć, a przynajmniej wielkości ich stanowczo obliczyć; z uwagi przecież, że sposób ten może mieć jakąś względną wartość, podaję go w przekonaniu, iż stać się może pobudką dla innych, do uzupełnienia tego, czego ja uzupełnić nie mogłem, a czego bardzo życzyłyby sobie należało ze względu na znaczenie, jakie w widokach klinicznych miećby mogło ocenienie ilości krwi u człowieka poddanego badaniu.

Zestawienie wypadków z obliczeń ilości krwi i ilości ciałek krwi u ludzi.

| Nr. | Stan badanego | Godzina obliczenia | Wartości podstawione we wzorze | Ilość krwi w cm. sześ. | Ilość krwi w kilogram. | CieŜar ciała w kilogram. | Stosunek cieżaru krwi do ciała | Ogólna ilość ciałek krwi w miliard. | Ilość ciałek w 1 kil. cieżaru ciała w miliard. |
|-----|---|--------------------|--|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1. | Kol. Gl. czerstwy i zdrowy | 1 1/2 | $\frac{5411340 \times 234}{5635080 - 5411340}$ | = 5659·8 | 5· ₉₇₁ | 58 | 1 $\frac{1}{10}$ | 31893 | 549 |
| 2. | Kol. K. " " | 10 1/4 | $\frac{5209380 \times 295}{5472720 - 5209380}$ | = 5835·6 | 6· ₁₅₆ | 64 | 1 $\frac{1}{10}$ | 31936 | 499 |
| 3. | Kol. Wr. " " | 12 1/4 | $\frac{5213340 \times 230}{5411340 - 5213340}$ | = 6423·3 | 6· ₇₇₆ | 60 | 1 $\frac{1}{9}$ | 34758 | 579 |
| 4. | Kol. Wel. " " | 10 1/4 | $\frac{5100480 \times 405}{5464800 - 5100480}$ | = 5667·0 | 5· ₈₇₃ | 60 | 1 $\frac{1}{10}$ | 30968 | 516 |
| 5. | Kol. Dw. niedokrewny | 11 1/2 | $\frac{4854960 \times 210}{5068800 - 4854960}$ | = 4765·5 | 5· ₀₂₇ | 61 | 1 $\frac{1}{12}$ | 24155 | 396 |
| 6. | Kol. Za. silnie zbudowany, lecz nieco niedokrewny | 9 | $\frac{4989600 \times 356 \cdot 4}{5425200 - 4989600}$ | = 4082·4 | 4· ₃₀₆ | 60 | 1 $\frac{1}{15}$ | 22147 | } 362 |
| 7. | | 10 1/4 | $\frac{4989600 \times 250}{5433900 - 4989600}$ | = 3907·7 | 4· ₁₁₆ | | 1 $\frac{1}{15}$ | 21334 | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|-----------------|--|---------------|----|----------------|-------|-------|
| 8. | | 6 | $\frac{4439160 \times 487 \cdot 4}{5140080 - 4439160} = 3086 \cdot 8$ | $3 \cdot 556$ | | $\frac{1}{22}$ | 15866 | } 222 |
| 9. | Kol. B. dobrze zbudowany, ale niedokrewny | 6 | $\frac{4603400 \times 366 \cdot 5}{5140080 - 4603400} = 3125 \cdot 0$ | $3 \cdot 296$ | 70 | $\frac{1}{22}$ | 16062 | |
| 10. | | $7\frac{1}{4}$ | $\frac{4439160 \times 120}{4603400 - 4439160} = 3237 \cdot 7$ | $3 \cdot 330$ | | $\frac{1}{22}$ | 14904 | |
| 11. | Hardecki porażenie połowicze | $11\frac{3}{4}$ | $\frac{5544000 \times 228}{6177600 - 5544000} = 1996 \cdot 5$ | $2 \cdot 086$ | 30 | $\frac{1}{15}$ | 12333 | 411 |
| 12. | Wrona ozdrowieniec po durze | $9\frac{3}{4}$ | $\frac{3108600 \times 250}{3415500 - 3108600} = 3532 \cdot 2$ | $2 \cdot 724$ | 41 | $\frac{1}{15}$ | 8648 | 211 |
| 13. | | 9 | $\frac{3969900 \times 141}{4195620 - 3969900} = 2032 \cdot 3$ | $2 \cdot 144$ | | | 8526 | |
| 14. | Garsztecki ozdrowieniec po durze brzuszonym | $5\frac{3}{4}$ | $\frac{3310560 \times 205}{3601620 - 3310560} = 2329 \cdot 2$ | $2 \cdot 457$ | 32 | $\frac{1}{16}$ | 8388 | 245 |
| 15. | | $5\frac{3}{4}$ | $\frac{3284800 \times 385}{3940200 - 3284800} = 1932 \cdot 6$ | $2 \cdot 033$ | | | 7614 | |
| 16. | | $10\frac{1}{2}$ | $\frac{4593600 \times 111 \cdot 875}{4831200 - 4593600} = 2162 \cdot 8$ | $2 \cdot 281$ | | | 10448 | |
| 17. | Ogórek ozdrowieniec po zim- nicy z nerwobólem kul szo- wym. | 5 | $\frac{4197600 \times 305 \cdot 1975}{5851000 - 4197600} = 1960 \cdot 6$ | $3 \cdot 068$ | 38 | $\frac{1}{19}$ | 9510 | 257 |
| 18. | | 7 | $\frac{4197600 \times 506 \cdot 6775}{5425200 - 4197600} = 1732 \cdot 6$ | $1 \cdot 838$ | | | 9299 | |