

PRZEGLĄD FIZJOLOGII RUCHU

KWARTALNIK

POŚWIĘCONY
NAUKOWYM
ZAGADNIENIOM
WYCHOWANIA
FIZYCZNEGO
SPORTU I PRACY

ORGAN RADY
NAUKOWEJ W.F.

ROK IX

Nr. 1^{SZY}

WARSZAWA

1938

REDAKCJA I ADMINISTRACJA:
CENTRALNY INSTYTUT WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
IM. PIERWSZEGO MARSZAŁKA POLSKI JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO
ZAKŁAD FIZJOLOGII, TELEFON 12-66-46

REVUE DE PHYSIOLOGIE DU MOUVEMENT

(CINÉPHYSIOLOGIE)

PARAISANT TOUS LES TROIS MOIS

CONSACRÉE AUX PROBLÈMES SCIENTIFIQUES DU SPORT, DE
L'ÉDUCATION PHYSIQUE ET DU TRAVAIL.

Redacteur en chef Dr. W. MISSIURO, Agrégé à la Faculté de Médecine de
l'Université de Varsovie

Comité de Rédaction:

Prof. Dr. K. BIAŁASZEWICZ, Prof. Dr. FR. CZUBALSKI, Prof. Dr.
W. ORŁOWSKI, Prof. Dr. J. PARNAS, Gen. Dr. ST. ROUPPERT,
Prof. Dr. J. SOSNOWSKI, Prof. Agr. Dr. G. SZULC.

Pour tout ce qui concerne l'abonnement et les manuscrits s'adresser
à la Rédaction: Varsovie 32. Institut Central d'Éducation Physique
du nom du Premier Maréchal de Pologne Józef Piłsudski,
Laboratoire de Physiologie.

Chaque numéro contient, outre les mémoires originaux, publiés en
polonais ou dans une des langues adoptées par les congrès internationaux,
des analyses de travaux polonais et étrangers.

Les mémoires originaux et communications doivent être remis sous
forme de dactylographies, sans surcharges manuscrites. Les clichés ne
doivent pas dépasser 10 cm × 16 cm. Le nombre des figures, dessins et
graphiques doit être limité au strict nécessaire et il est désirable qu'ils
soient accompagnés d'une légende explicative.

Les auteurs ont droit à 30 tirages à part gratuits.
Abonnement annuel \$ 3.



REGULAMIN OGŁASZANIA PRAC W „PRZEGLĄDZIE FIZJOLOGII RUCHU”.

1. Prace do druku należy nadsyłać pod adresem: Redakcja „Prze-
glądu Fizjologii Ruchu” — Centralny Instytut Wychowania Fizycznego
im. Pierwszego Marszałka Polski Józefa Piłsudskiego, Zakład Fizjologii,
Warszawa 32.

2. Prace powinny być pisane na maszynie, na jednej stronie arkusza
(recto), z pozostawieniem marginesu oraz miejsca wolnego ponad tytułem
dla uwag redakcji. Do prac oryginalnych winno być dołączone streszczenie
w języku francuskim, angielskim lub niemieckim. Streszczenie może za-
wierać najwyżej 50 do 100 wierszy druku.

3. Dla uniknięcia znacznych zmian w korekcie prace powinny być
starannie wykończone pod względem stylu i pisowni. Znaczniejsze zmiany
w korekcie mogą być czynione jedynie na koszt autora.

4. Klisze do prac mogą być tylko w wyjątkowych przypadkach wy-
konywane na koszt wydawnictwa, z reguły zaś koszt wykonania klisz
opłaca autor.

5. Autorzy prac oryginalnych otrzymują 30 odbitek swej pracy
bezpłatnie. Autor może na specjalne zamówienie otrzymać większą ilość
odbitek, za które opłaca całkowity koszt druku odbitki i papieru.

6. Redakcja zastrzega sobie prawo przeznaczenia na sprzedaż pew-
nej liczby odbitek.

PRZEGLĄD FIZJOLOGII RUCHU

KWARTALNIK
POŚWIĘCONY
NAUKOWYM
ZAGADNIENIOM
WYCHOWANIA
FIZYCZNEGO
SPORTU I PRACY
—
ORGAN RADY
NAUKOWEJ W. F.

REDAKTOR: Doc. Dr. WŁODZIMIERZ MISSIURO

Komitet Redakcyjny: Prof. Dr. K. Białaszewicz, Prof. Dr. Fr. Czubalski,
Prof. Dr. W. Orłowski, Prof. Dr. J. Parnas, Gen. Dr. St. Roupert,
Prof. Dr. J. Sosnowski, Doc. Dr. G. Szulc.

ROK IX

WARSZAWA, styczeń—lipiec 1938

Nr. 1

(Laboratorium Badania Zmęczenia, Uniwersytet Harvardski i Klinika
Chorób Sercowych, Główny Szpital w Bostonie, Mass. U. S. A.).

A. Graybiel, W. Missiuro, D. B. Dill i H. T. Edwards.

EKSPERYMENTALNA HIPOKSEMIA JAKO FUNKCJONALNA
PRÓBA WYDOLNOŚCI KRĄŻENIA U SERCOWO CHORYCH¹⁾.

*Experimentally Induced Asphyxiation in Cardiac Patients*²⁾.

Thirteen cardiac patients and a like number of normal individuals were subjected to an oxygen tension which would correspond to an elevation of 4.35 Km.

The most striking feature of the test was the absence of complaint on the part of any subject despite the fact that three of the thirteen patients fainted and that four others exhibited signs of cardiac embarrassment. The average increase in pulse rate during the test was similar for both patients and control groups. In no instance was this increase very great and in the majority of patients it was no greater than the average.

The increase in the degree of sinus arrhythmia, which usually appeared soon after the test was begun, was largely due to the increased depth of respiration.

The variations in blood pressures in the controls were never marked either during or after the administration of the low oxygen mixture. This was also true for six of the thirteen patients. The variations in blood pressures in the remaining

¹⁾ Pracę przedstawiono na IX Rocznyim Zjeździe Towarzystwa Lotniczo-Lekarskiego w Nowym Jorku 2.X.1937.

²⁾ The Journal of Aviation Medicine. V, 8, No. 4. 1937.

seven patients following several different patterns, sometimes the result of vasomotor collapse and sometimes the result, apparently, of cardiac embarrassment.

The average increase in the pulmonary ventilation as a result of lowering the oxygen tension was much greater in the patient than in the control group. In the latter this increase is due largely or wholly to the increased depth of respiration while in the former it is due largely to the increase in respiratory rate.

If the controls and patients are considered as single groups the changes in certain physio-chemical properties of the blood as a result of breathing the low-oxygen mixture are seen to be similar. However, when the subjects in both groups are considered individually certain differences between the patients and controls are noted.

Electrocardiographic changes regularly occurred during the course of the test and were similar in degree for both patients and controls. These changes included a decrease in the amplitude of the T-waves and slight variations in the P-R interval and QRS complexes. Three of the patients showed a slight lowering of the S-T segments in two or more leads.

Our experimental results show that asphyxiation is a poor means of testing cardiac function; furthermore, that this test may prove dangerous in the case of certain patients with heart disease.

The conclusion is readily reached that many cardiac patients are endangered when the oxygen of the inspired air falls to 12 per cent which would correspond to an elevation of 4.35 km. The untoward effects observed may be due to the general unfitness which is so often associated with heart disease or due more directly to embarrassment of the heart itself.

Jak wykazują dane statystyczne komunikacja powietrzna może stać niekiedy w związku przyczynowym z przypadkami śmierci nie spowodowanej bynajmniej wypadkiem lotniczym. Część tych przypadków wydaje się być następstwem obciążenia wywieranego przez zjawiska anoksemii na serce, posiadające na skutek choroby zmniejszoną zdolność adaptacyjną. Większa natomiast część omawianych przypadków śmiertelnych pozostaje zupełnie niewyjaśniona z powodu trudności uzyskania względnej wartości niezbędnych szczegółów, a przede wszystkim wobec

braku dostatecznych wiadomości o całokształcie zjawisk zapaści i zgonu na wysokości. Lepiej są znane zmiany funkcjonalne występujące przy wznoszeniu się do dużych wysokości u osobników zdrowych w porównaniu z chorymi. Jednocześnie jednak w związku z rozpowszechnieniem komunikacji powietrznej i podniesieniem pułapu lotu zagadnienie powyższe przybiera na swej aktualności.

Przedmiotem niżej przedstawionych badań są zmiany w ustroju, występujące pod wpływem nagłego obniżenia parcjalnego ciśnienia tlenu u osobników sercowo chorych. Szereg dotychczasowych badań stwierdza, że poddanie organizmu działaniu obniżonego ciśnienia tlenu wywołuje zasadniczy obraz reakcji charakterystycznej dla wzniesienia się na odpowiednią wysokość. Tą drogą zatem, pomimo że eksperyment laboratoryjny nie może odtworzyć wielu warunków lotu, to jednak, wykazuje on podobny zespół głównych przejawów związanych z obniżeniem ciśnienia tlenu, który uprawnieni jesteśmy odnieść do skutków niedotlenienia krwi.

W związku z powyższym nasuwa się wniosek możliwości stosowania warunków hipoksemii jako funkcjonalnej próby wydolności serca. Zagadnienie to nabiera szczególnego znaczenia przy schorzeniach serca, połączonych z zaburzeniami krążenia wieńcowego oraz w przypadkach dusznicy bolesnej (*anginae pectoris*), kiedy zespół przejawów przynajmniej częściowo zależny jest od niedotleniania mięśnia sercowego.

METODYKA.

Badaniom poddano dwie grupy o jednakowej liczbie osobników zdrowych i chorych sercowo. W tabeli I przedstawione są dane kliniczne, dotyczące w głównych zarysach stanu każdego z tych chorych. Na ogół reprezentowane są trzy najczęściej spotykane oraz etiologicznie typowe schorzenia serca. W tab. II podane są: wiek i płeć trzynastu kontrolnych osób, zupełnie zdrowych, o dobrym samopoczuciu, bez jakichkolwiek śladów lub też przejawów zaburzeń krążenia. Jedna tylko osoba odznaczała się lekkim stopniem wtórnej anemii.

Obniżenie ciśnienia tlenu w omawianych doświadczeniach wytwarzano przez dodawanie do wdychowego powietrza azotu. Każdorazowy skład mieszanki gazowej zawierał $12 \pm 0,15\%$ tle-

T A B. I.

Opis kliniczny chorobowych stanów u 13 osobników
z niedomogą krążenia.

Osobnik	Płeć	Wiek	Rozpoznanie	Zmiany strukturalne	Zmiany czynnościowe
1	K	48	Choroba serca na tle nadciśnienia.	Wymiary serca normalne.	Lekkie zmniejszenie siły rezerwowej serca; dyspnoë, bicie serca.
2	M	39	Choroba serca na tle nadciśnienia.	Lekki stopień powiększenia serca.	Wydolność serca bez zmian.
3	M	63	Choroba serca na tle nadciśnienia i przypuszczalnych zmian wieńcowych.	Lekki stopień powiększenia serca.	Nieznaczone zmniejszenie siły rezerwowej serca; dyspnoë; bicie serca.
4	K	50	Choroba serca na tle nadciśnienia; lekka anemia wtórna. Wskaźnik zabarw. 3.91, Hb 75%.	Lekki stopień powiększenia serca.	Lekkie zmniejszenie siły rezerwowej serca; dyspnoë.
5	M	63	Choroba serca na tle nadciśnienia.	Lekki stopień powiększenia serca.	Lekkie zmniejszenie siły rezerwowej serca; dyspnoë.
6	M	67	Choroba serca na tle zmian wieńcowych.	Wymiary serca normalne.	Umiarkowane zmniejszenie siły rezerwowej serca; dusznica bolesna i dyspnoë.
7	M	51	Choroba serca na tle zmian wieńcowych.	Wymiary serca normalne; stary zawał mięśnia sercowego.	Umiarkowane zmniejszenie siły rezerwowej serca; dusznica bolesna; dyspnoë; bicie serca.
8	M	56	Choroba serca na tle zmian wieńcowych.	Lekkie powiększenie serca; stary zawał mięśnia sercowego.	Umiarkowane zmniejszenie siły rezerwowej serca; dusznica bolesna, dyspnoë.
9	K	70	Choroba serca na tle nadciśnienia i prawdopodobnych zmian wieńcowych.	Lekkie powiększenie serca.	Umiarkowane zmniejszenie siły rezerwowej serca; dyspnoë, bicie serca, częste skurcze przedwczesne.
10	K	37	Choroba reumatyczna serca.	Umiarkowane powiększenie serca. Zwężenie lewego ujścia żylnego, lekki stopień zwrotnego dopływu krwi z aorty.	Umiarkowane zmniejszenie siły rezerwowej serca; dyspnoë, bicie serca. Migotanie przedsionków.

Osobnik	Płeć	Wiek	Rozpoznanie	Zmiany strukturalne	Zmiany czynnościowe
11	M	61	Choroba serca na tle zmian wieńcowych	Lekkie powiększenie serca.	Znaczne zmniejszenie siły rezerwowej serca; dusznica bolesna, dysпно.
12	K	45	Choroba reumatyczna serca.	Umiarkowane powiększenie serca; zwężenie lewego ujścia żylnego.	Znaczne zmniejszenie siły rezerwowej serca; dysпно, bicie serca. Migotanie przedsionków. Lekki stopień przekrwienia w układzie małym.
13	K	64	Choroba reumatyczna serca.	Znaczniejsze powiększenie serca, zwężenie lewego ujścia żylnego; zwrotny dopływ krwi z aorty.	Znaczne zmniejszenie siły rezerwowej serca; dysпно; bicie serca. Migotanie przedsionków.

nu, co odpowiada odsetkowi tlenu na wysokości około 4350 m. Wskazaną mieszaną podawano badanym przez ustnik połączony karbowanym węzłem ze zbiornikiem, przy czym specjalnie dostosowane wentyle pozwalały dostarczać badanemu normalne powietrze, mieszaną o 12% O₂ lub też mieszaną O₂ i CO₂ przygotowaną na wypadek nagłej potrzeby. Powietrze wydechowe odprowadzano do 120 litrowego spirometru, zaopatrzonego w urządzenie do graficznej rejestracji zarówno amplitudy i rytmu oddechowego jak i objętości minutowej oddechu.

T A B. II.

Skład i stan osobników z grupy kontrolnej.

Osobnik	Płeć	Wiek	
A	M	23	Serce bez zmian.
B	M	27	" " "
C	K	28	" " "
D	M	30	" " "
E	M	33	" " "
F	K	34	" " "
G	M	34	Ilekka anemia wtórna.
H	M	35	Serce bez zmian.
I	M	40	" " "
J	M	46	" " "
K	M	54	" " "
L	K	27	" " "
M	K	58	" " "

Na początku doświadczenia osobnik badany znajdował się w pozycji leżącej z głową umieszczoną na paru poduszkach. Po 30 minutowym leżeniu w spokoju zakładano ustnik i zacisk na nos poczym osobnik badany oddychał w dalszym ciągu zwykłym powietrzem. Oznaczano wówczas częstość tętna i ciśnienie tętnicze, rejestrowano oddech, dokonywano zdjęcia elektrokardiograficznego oraz pobierano próbkę krwi tętniczej. Po upływie kontrolnego okresu, odnoszącego się do oddychania powietrzem normalnym, przekręcano wentyl, łącząc ustnik z mieszanką o 12% tlenu niepostrzeżenie dla badanego. Poczynając od tego momentu częstość tętna i ciśnienie krwi notowano co dwie minuty, elektrokardiogram w dłuższych odstępach czasu. Określano nadto — przed, w czasie i po próbie niskiego ciśnienia O₂ stopień arytmii zatokowej, wykonując elektrokardiogram podczas głębokich ruchów oddechowych. Przy końcu okresu oddychania mieszanką pobierano drugą próbkę krwi tętniczej. Określili zawartości kwasu mlekowego i gazów we krwi dokonywano metodami opisanymi w poprzednich publikacjach Fatigue Laboratory. Wartości pH krwi obliczano według równania Henderson-Hasselbalch'a.

Trwanie okresu hipoksemii ograniczono po kilku próbnym doświadczeniach do 40 lub 30 minut. W niektórych przypadkach w związku z występowaniem nieoczekiwane ostrych przejawów asfiktycznych, badanie musiano przerwać wcześniej. Po przywróceniu oddychania powietrzem zwykłym dokonywano dalszych badań, obserwując przebieg powrotu do normy.

OGÓLNY OBRAZ ZAOBSERWOWANYCH ZMIAN.

Okolicznością znamioną, którą zanołowano przy omawianych badaniach okazał się brak jakichkolwiek skarg ze strony badanych osób, pomimo, iż trzech z trzynastu chorych uległo zemdleniu oraz innych czterech zaburzeniom funkcji krążenia. Pewne objawy, występujące niekiedy bezpośrednio przed badaniem, szybko zniknęły po rozpoczęciu doświadczenia. Następstwa niedoboru tlenowego, pomimo, że przejście od oddychania powietrzem normalnym do mieszanki było nagłe, rozwijały się stopniowo.

Do najwcześniejszych objawów skutków niedotleniania krwi należą zwiększenie głębokości oddechu. U osobników normal-

nych łączy się ono z lekko przyśpieszonym lub też zupełnie nie zmienionym rytmem oddechowym, który u sercowo chorych ulega natomiast znaczniejszemu zwiększeniu. Zmiany ciśnienia krwi są nieznaczne w grupie kontrolnej, natomiast u osobników chorych są o wiele wyraźniejsze. Rozwijająca się stopniowo sinica okazuje w obu badanych grupach duże różnice nasilenia. Sinicę szczególnie podkreśla niekiedy zwiększona bledość.

W miarę trwania oddychania zmniejszoną ilością tlenu daje się w większości przypadków zaobserwować występowanie senności. Ruchy ciała są ograniczone, oddech głęboki i przyśpieszony, przymykają się stopniowo powieki. Obserwacja ruchów powiek badanego orientowała między innymi o zmianach reagowania jego na otoczenie.

Szybkość i łatwość zjawiania się w tych warunkach u chorych sercowo stanów omdlenia wymagały szczególnie pilnej obserwacji przez cały czas badania. Pomimo bacznej uwagi reakcja w postaci utraty przytomności wystąpiła w trzech przypadkach. Przywrócenie stanu normalnego następowało jednak szybko po udostępnieniu oddychania powietrzem zwykłym. Jako ciekawy fakt należy zaznaczyć, że każdy z trzech osobników nie zdawał sobie sprawy z przebiegu tych zjawisk.

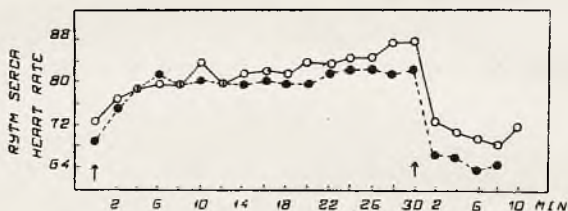
Po przejściu oddychania od zmniejszonej ilości tlenu do atmosfery normalnej zanotowano w kilku przypadkach zaróżowienie skóry rąk i twarzy. Zmiana zabarwienia szczególnie wyraźna w jednym przypadku, kiedy badany uległ omdleniu, mogła być porównywana do czynnego przekrwienia następującego po przejściowym zaciśnięciu naczyń.

Opisując po ukończeniu doświadczeń subiektywne wrażenia, towarzyszące badaniu, większość obserwowanych osobników powoływała się na senność poprzedzaną niekiedy przez uczucie błogostanu. Niektórzy odczuwali w końcowej fazie badania lekkie zaburzenia wzroku. Tylko w wyjątkowych przypadkach wystąpił nieznaczny ból głowy lub też uczucie zimna.

CZĘSTOŚĆ TĘTNA.

Ze wszystkich zmian krążenia krwi, wywoływanych zmniejszonym ciśnieniem tlenu, szczególną uwagę zwrócono na przyśpieszenie rytmu serca. Zachowanie się tego przyśpieszenia zależy z jednej strony od fizycznego stanu osobnika z drugiej od

szybkości i stopnia zastosowanych zmian w dawkowaniu tlenu. Nagłe przejście do oddychania 18% zawartością O_2 w powietrzu wdychowym, odpowiadająca wysokości 1200 metrów, już wystarczy by spowodować przyśpieszenie rytmu serca u większości normalnych osobników (*Lutz i Schneider*). Przy inhalacji czystego azotu przyśpieszenie serca występuje w większości przypadków w ciągu 15 sekund (*Schneider*). Zastosowanie do oddychania mieszanki o 12% tlenu powoduje zazwyczaj stopniowe zwiększenie częstości skurczów serca do określonego maksymalnego poziomu, utrzymującego się przez pewien okres czasu, oraz wracającego następnie w większym lub mniejszym stopniu do wielkości wyjściowej.



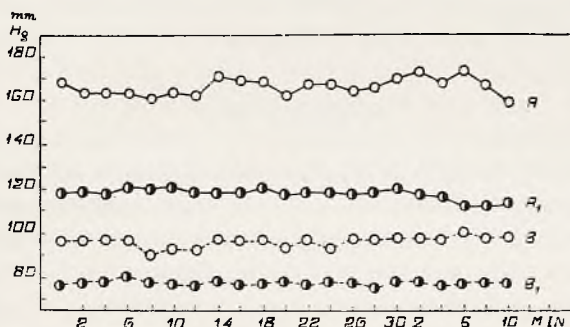
Rys. 1. Zmiany rytmu serca w % wartości spoczynkowej podczas ostrej hipoksemii u sercowo chorych (białe kółka) i osób zdrowych (czarne kółka). Strzałki wskazują początek i koniec oddychania mieszanką o 12% zawartości tlenu.

The average changes in heart rate, in per cent of the resting value, during the asphyxiation test for both the patient (white circles) and control (black circles) groups. In this and subsequent figures the arrows mark the onset and offset of the low oxygen mixture.

Stopniowe obniżenie ciśnienia tlenu doprowadzające do zjawisk zbliżającego się zapadu często przyśpiesza rytm serca u osobników normalnych w okresie końcowym wszystkiego o 16 lub 18 skurczów ponad poziom wyjściowy, niekiedy jednak powoduje przyśpieszenie o wiele znaczniejsze.

Fig. 1. przedstawia przeciętne procentowe zmiany rytmu serca, poczynając od stanu spoczynkowego w normie poprzez cały czas trwania doświadczenia u osób chorych i kontrolnych. Obie krzywe wykazują wyraźnie typowe cechy reakcji tętna obu grup. Stwierdzono, że wzrost częstości tętna u osobników ze znacznym zmniejszeniem siły rezerwowej serca nie zawsze był powyżej przyśpieszenia przeciętnego. Nawet w przypadkach

zemdlenia rytm serca nigdy nie ulegał znacznemu przyśpieszeniu, w czasie utraty przytomności tętno albo wybitnie się zwalniało albo stawało się niewyczuwalne.



Rys. 2. Zmiany ciśnienia krwi w % wartości spoczynkowej podczas ostrej hipoksemii u sercowo chorych (białe kółka) i osób zdrowych (czarne kółka). A — ciśnienie skurczowe, B — rozkurczowe.

The average blood pressure changes, in per cent of the resting value during hypoksemia test for both the patient (white circles) and control (black circles) groups. A — systolic and B — diastolic blood pressure.

Kilku badaczy zanotowało w warunkach obniżonego ciśnienia tlenu wzrost arytmii zatokowej, Gilbert i Green w swych badaniach sfigmograficznych tętna 81 osobników stwierdzili większy lub mniejszy stopień arytmii zatokowej zarówno przed jak i podczas niedoboru tlenowego. Nasilenie zjawisk arytmii zatokowej występowało zazwyczaj przy wzmożeniu oddechu we wczesnym okresie doświadczenia, oraz spadało następnie do stanu wyjściowego lub też jeszcze bardziej podczas przyśpieszenia rytmu serca przy końcu badania. W kilku przypadkach opisano brak zmian lub też zmniejszenie arytmii zatokowej we wczesnym okresie z jeszcze bardziej wyraźnym zmniejszeniem w fazie końcowej.

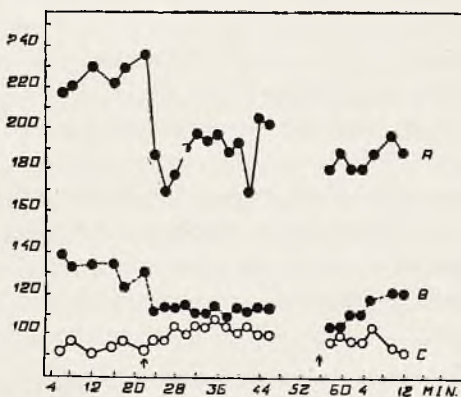
W niniejszej serii doświadczeń zwiększenie arytmii zatokowej obserwowano zazwyczaj wkrótce po rozpoczęciu oddychania mieszkanką 12% tlenu. Nierozłącznie towarzyszył temu wzrost głębokości oddechu. Przy kontrolnych badaniach tych zjawisk, przeprowadzanych przy pomocy zdjęcia elektrokardiograficznego podczas wykonywania przez badanego kilku maksymalnych ruchów oddechowych zarówno przed jak i w czasie okresu hipok-

ksemii, zwiększenie arytmii zatokowej wystąpiło tylko w jednym przypadku na 9 badanych; w 2-ch uległa zmniejszeniu, a w 6-ciu pozostała bez wyraźniejszych zmian. Niewątpliwe jednak, że nasilenie stopnia arytmii zatokowej w warunkach naszych doświadczeń należy powiązać z następstwami wzrostu głębokości oddechu.

CISNIENIE KRWI.

Fig. 2 przedstawia przebieg zmian ciśnienia tętniczego w odsetkach wartości normalnej w obydwóch obserwowanych grupach, poczynając od stanu przy oddychaniu w warunkach zwykłych, przez cały czas trwania doświadczenia.

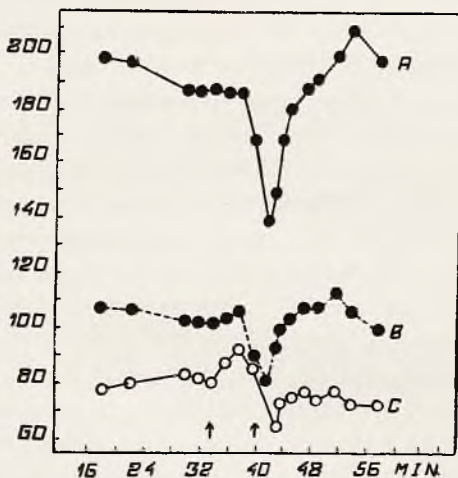
Krzywe osobników kontrolnych reprezentują na ogół typowe zachowanie się ciśnienia krwi. W żadnym przypadku nie zanotowano w omawianej grupie znaczniejszych odchyżeń od wyjściowej wartości ciśnienia krwi podczas lub po zastosowaniu mieszanki o zmniejszonej zawartości tlenu. Kilku osobników, odznaczających się doskonałą formą treningową, wykazali podczas badania minimalne zmiany ciśnienia zarówno skurczowego jak i rozkurczowego; u reszty osobników tej grupy wzrost lub obniżenie stanowiły przeważnie jednokierunkowe zmiany ciśnienia skurczowego i rozkurczowego.



Rys. 3. Zmiany częstości tętna (C) i ciśnienia krwi: skurczowego (A) i rozkurczowego (B) podczas hipoksemii u kobiety z hipertensją essentialis przy nieupośrednionej wydolności serca.

The pulse rate (C) and blood pressure changes: systolic (A) and diastolic (B) during asphyxiation test in a woman with essential hypertension but with good heart reserve.

Bardziej wyraźne zmiany ciśnienia krwi u osobników zdrowych występują zazwyczaj przy obniżeniu zawartości tlenu poniżej 12%. W warunkach stopniowego obniżenia ciśnienia tlenu aż do zbliżającego się zapadu włącznie obserwuje się kilka postaci reakcji ciśnienia (*Schneider*). W niektórych przypadkach do występowania utraty świadomości zmiany są minimalne poza lekkim wzrostem ciśnienia skurczowego w okresie końcowym. Bardziej typowym zjawiskiem jest stopniowy wzrost ciśnienia skurczowego i spadek rozkurczowego. Niejednokrotnie też stanom omdlenia przy niedoborze tlenowym towarzyszy nagły spadek ciśnienia rozkurczowego lub też obu: skurczowego i rozkurczowego (*Missiuro*).



Rys. 4. Zmiany częstości tętna (C) i ciśnienia krwi: skurczowego (A) i rozkurczowego (B) podczas hipoksji u osobnika z chorobą serca na tle nadciśnienia i lekkim stopniem wtórnej anemii.

The pulse rate (C) and blood pressure changes: systolic (A) and diastolic (B) during asphyxiation test in a patient with hypertensive heart disease and a slight degree of secondary anemia.

Średnia procentowych zmian ciśnienia krwi u chorych sercowo (Fig. 2) zacierza różnice reakcji, obserwowanej u poszczególnych osobników. U sześciu na trzynastu badanych (osobn.: 2, 3, 5, 7, 10 i 11) brak bardziej zdecydowanych zmian ciśnienia skurczowego jak i rozkurczowego. Chory Nr. 6, który uległ zemdleniu przy pierwszym badaniu, wykazał tylko nie-

znaczne zmiany ciśnienia krwi podczas powtórnego badania. U pozostałych 6 chorych reakcja ciśnienia krwi była równokierunkowa.

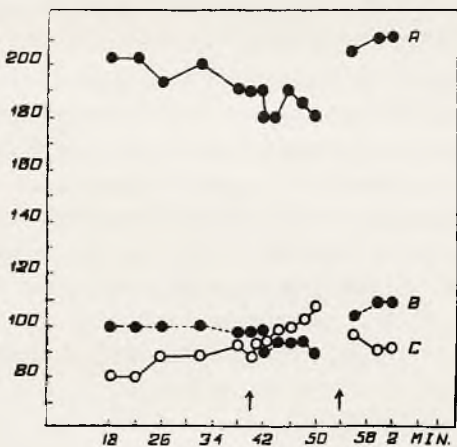
Fig. 3 ilustruje zachowanie się częstości tętna i ciśnienia krwi u chorej Nr. 1, cierpiącej na nadciśnienie tętnicze samorodne (hypertensia essentialis) i dużą labilność ciśnienia krwi przy nieupośledzonej jednak wydolności serca. Omawiana badana okazywała obawy i niepokój ruchowy aż do rozpoczęcia oddychania zmniejszoną ilością tlenu, które wywarło poniekąd działanie uspakajające. Nagły oraz znaczny spadek ciśnienia skurczowego przy dużym jednocześnie spadku rozkurczowego wystąpił bez jakichkolwiek objawów lub też oznak dolegliwości. Wyjątkowo długi okres czasu od 46—58-ej minuty, kiedy nie zanotowano ani ciśnienia krwi, ani tętna, zużyto w tym doświadczeniu na pobranie próbki krwi tętniczej.

Fig. 4 jest przykładem reakcji z zemdleniem, obserwowanej u chorej z cierpieniem serca na tle nadciśnienia i niedokrwistości wtórnej, łącznie z lekkim upośledzeniem wydolności serca. Chora poddała się badaniu bez obaw. Jednakowoż już po 5 minutach oddychania 12% mieszkanką tlenową wystąpił u niej nagły spadek częstości tętna jak również ciśnienia skurczowego i rozkurczowego; jednocześnie z wystąpieniem bledności i sinicy chora utraciła przytomność.

W przypadkach Nr. 9, 12 i 13 zanotowano ku końcowi doświadczenia znaczny spadek ciśnienia skurczowego i lekkie obniżenie ciśnienia rozkurczowego, przy zwiększeniu częstości tętna. Przywrócenie normalnej zawartości tlenu wpłynęło na podniesienie obu ciśnień: skurczowego i rozkurczowego oraz wywołało we wszystkich przypadkach spadek częstości tętna. Powyższy typ reakcji ilustruje Fig 5 (chory Nr. 9). U chorego Nr. 13 rozwinął się zespół silnych dolegliwości sercowo-oddechowych ku końcowi badania oraz nastąpiło podczas próby pobrania krwi tętniczej omdlenie. W innym przypadku (Nr. 8) ostry wzrost ciśnienia skurczowego i przyspieszenie tętna po 40 minutach oddychania zmniejszoną ilością tlenu towarzyszyły niezmiennemu ciśnieniu rozkurczowemu.

Przytoczone powyżej dane stwierdzają zatem, że reakcja ciśnienia krwi w 13 zarejestrowanych przypadkach z upośledzonym krążeniem występuje w kilku rozmaitych postaciach. W 6-ciu przypadkach, kiedy zmiany te były na ogół bardzo

nieznaczne, sprawa dotyczyła jednak kilku osób z daleko posuniętą chorobą serca. Różnice w zmianach ciśnienia krwi u reszty osobników tej grupy zależne są niekiedy od zapadu naczynioruchowego (badany Nr. 9), czasami zaś są bardziej wyraźnym następstwem niedomogi serca (badany Nr. 4).



Rys. 5. Zmiany częstości tętna (C) i ciśnienia krwi: skurczowego (A) i rozkurczowego (B) u osobnika z chorobą serca na tle nadciśnienia i zmian wieńcowych.

The pulse rate (C) and blood pressure changes: systolic (A) and diastolic (B) during asphyxiation test in a patient with hypertensive and probable coronary heart disease.

Ustalenie klasyfikacji bardziej określonych typów omawianej reakcji wymaga jednak dalszych oraz bardziej licznych badań.

ZMIANY ELEKTROKARDIOGRAFICZNE.

Oddychanie przy zmniejszonym ciśnieniu tlenu odbija się również i na obrazie elektrokardiograficznym. Pierwszych poważniejszych badań w tym zakresie dokonali na osobnikach zdrowych *Greene* i *Gilbert*. Autorzy ci rozróżniają w zarejestrowanych przez siebie zmianach dwa okresy: do utraty świadomości osobnika oraz zjawiska następujące w czasie i po omdleniu. Zmiany elektrokardiograficzne w okresie poprzedzającym krytyczną fazę zemdlenia są na ogół nieznaczne i ograniczają się głównie do zmniejszenia amplitudy załamka T oraz

skrócenia okresów P—R i R—T, związanego z przyśpieszeniem rytmu serca. Okres drugi charakteryzuje się natomiast wyraźnym zwolnieniem rytmu serca, postępującym zanikaniem S—A rytmu, A—V zatokowym rytmem i nawet występowaniem rytmu idiowentrykularnego. Ci sami autorzy wykazali w doświadczeniach na zwierzętach, że wczesne zmiany późniejszego (po-kryzysowego) okresu zależne są w dużej mierze od znacznie wzmożonych wpływów wagotonicznych.

W analogicznych badaniach, *Katz, Hamburger'a i Schultz'a, Larsen'a, Rothschild'a i Kissin'a* jak również *Schneidera*, nie doprowadzano trwania doświadczenia zazwyczaj do krytycznej chwili utraty przytomności, celem uniknięcia niebezpieczeństwa ostrzejszych zaburzeń i zapadu. Zgodnym wynikiem tych prac jest na ogół stwierdzenie, że znacznieniejszymi zmianami elektrokardiograficznymi jest wyraźne skrócenie okresu S—T oraz obniżenie lub też odwrócenie załamka T. Nasilenie powyższych zmian, częściej występujących u chorych na dusznicę bolesną, aniżeli u zdrowych, wzmagają się w miarę zmniejszania ciśnienia tlenu w powietrzu wdychowym. Punktem wyjścia do obserwowanych zaburzeń jest, przypuszczalnie, niedotlenianie mięśnia sercowego. Godnym do zaznaczenia jest podobieństwo charakterystycznego obrazu elektrokardiograficznego, jaki może towarzyszyć u niektórych chorych atakom dusznicy bolesnej do zmian, występujących przy asfiksji eksperymentalnej.

W niniejszych doświadczeniach wobec obniżenia zawartości tlenu wszystkiego do 12% zanotowano zmiany elektrokardiograficzne stosunkowo niewielkie. Przy analizie krzywych dużą uwagę poświęcono ich standaryzacji oraz wszelkiego rodzaju zmianom, które mogą towarzyszyć przesunięciom położenia serca. Tą drogą np. już sam wpływ wzmożonych ruchów oddechowych przy nieruchomej podczas doświadczenia pozycji ciała wystarczał niekiedy do wywołania wyraźnych zmian elektrokardiograficznych w postaci okresowych zmian wysokości kilku załamków w pojedynczych odprowadzeniach i stałych odchyleniach osi izoelektrycznej.

W 7 przypadkach wyraźnych zmian elektrokardiogramu, jakie wystąpiły na 10 kompletnych doświadczeń, zaobserwowano lekki spadek amplitudy załamka T, wynoszący zazwyczaj 1—2 mm w 2-ch lub więcej ewolucjach. W 3-ch przypadkach

nieznacznemu skróceniu (1—2 mm) uległ odcinek P—R oraz dała się zauważyć niekiedy pewna skłonność do obniżenia amplitudy zespołu QRS.

U osobników zdrowych niektóre zmiany elektrokardiogramu zaobserwowano w 10 przypadkach na 13 badanych. We wszystkich tych przypadkach wystąpił lekki spadek wysokości załamka T. Jeden badany wykazał nadto wzrost odcinka P—R, drugi — pewien spadek amplitudy zespołu QRS.

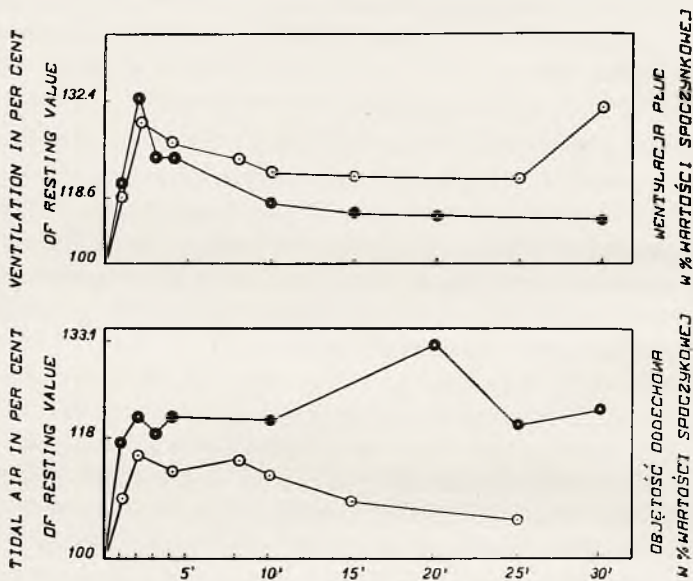
Należy stwierdzić zatem, że nawet u sercowo chorych nie zarejestrowano w warunkach omawianych doświadczeń wyraźniejszych odchyień w krzywej elektrokardiograficznej. W trzech przypadkach zemdlenia, kiedy można byłoby oczekiwać zmian znaczniejszych, zdjęć elektrokardiograficznych w czasie zapadu niestety nie dokonywano, wobec zaabsorbowania prowadzącego ten zakres badania osobnikiem badanym.

ZMIANY ODDYCHANIA.

Natychmiastową oraz prawdopodobnie najbardziej charakterystyczną reakcją na spadek zawartości tlenu w powietrzu wdechowym jest wzrost przewietrzania płuc. Zmiany oddychania są tym wyraźniejsze, im niższy jest odsetek tlenu w atmosferze oddechowej. Duże znaczenie posiada też szybkość wywoływania niedoboru tlenowego. Bezpośrednim efektem nagłego przejścia oddychania zwykłym powietrzem do atmosfery o 12% zawartości tlenu jest wzrost wentylacji płuc u osobników obu obserwowanych grup. Występujące przy tym typowe zmiany wentylacji płuc i głębokości oddechu, ujęte w procentach wartości spoczynkowej przedstawiają krzywe wykresu 6-go. Stwierdzamy z nich, że objętość minutowa oddechu szybko wzrasta już w ciągu pierwszych 2-ch minut doświadczenia oraz, ulegając pewnemu obniżeniu w dalszym ciągu oddychania zmniejszoną ilością tlenu, utrzymuje się do 10—15-ej minuty trwania próby na poziomie stałym, zakłóconym u osobników chorych ponownym wzrostem wentylacji w okresie końcowym.

W odróżnieniu od osobników kontrolnych szybkość początkowego wzrostu wentylacji płuc u chorych jest mniejsza; bardziej stopniowe jest też następujące po nim obniżenie objętości oddechu do krócej lub dłużej trwającego poziomu stałego. Końcowe zwiększenie wentylacji płuc nie stanowiło reguły dla

całej grupy chorych osobników, jak to wynika z przeciętnej krzywej. W kilku przypadkach krzywa wentylacji nieco spada ku końcowi doświadczenia, przy czym spadek ten jest wyraźniejszy u osobników, którzy ulegli zemdleniu.



Rys. 6. Zmiany wentylacji płuc i objętości oddechowej podczas hipoksemii u sercowo chorych (białe kółka) i osób zdrowych (czarne kółka).

The average variations in minute and tidal volume during the asphyxiation test for the patient (white circles) and control (black circles) group.

Wzrost objętości oddechowej, wywołwany przez oddychanie zmniejszoną ilością tlenu, występuje szybciej oraz dochodzi do znaczniejszego stopnia w grupie kontrolnej w porównaniu z grupą osobników chorych. Omawiany wzrost objętości oddechowej utrzymuje się u osobników kontrolnych podczas całego doświadczenia a nawet okazuje skłonność do zwiększenia. U chorych natomiast ulega raczej pewnemu obniżeniu. Przyjrzenie się zasadniczym zmianom mechaniki oddychania, decydującym o wzmożeniu przewietrzenia płucnego u przedstawicieli jednej i drugiej grupy, ujawnia charakterystyczne różnice. U osobników normalnych wzrost wentylacji zawdzięcza się całkowicie lub też w znaczniejszej części zwiększeniu objętości

oddechowej. Przyspieszenie rytmu oddechowego odgrywa przy tym rolę drugorzędną. W niektórych przypadkach rytm oddechowemu podczas doświadczenia ulega nawet pewnemu zwolnieniu, co pokrywa się z obserwacjami *Herbst'a* i *Manigold'a*. Przeciętny wzrost wentylacji u sercowo chorych, większy w porównaniu z grupą kontrolną, jest powodowany w głównej mierze przyspieszeniem rytmu oddechowego, nie zaś pogłębieniem oddechu. Przy końcu doświadczenia przeciętny wzrost objętości oddechowej u omawianych osobników przewyższa wartość wyjściową (spoczynkową) wszystkiego o 5%.

Bardziej szybki wzrost wentylacji płuc u osobników normalnych jest niewątpliwie przejawem znaczniejszej plastyczności adaptacyjnej. Świadczy on o zmniejszeniu hipoksemii tętniczej wskutek zarówno podniesienia ciśnienia O_2 w pęcherzykach płucnych, jak i ułatwienia wiązania tego gazu w płucach wskutek zwiększonego wydania CO_2 . Szybkość występowania wyrównawczego hyperpnoe u sercowo chorych jest natomiast wyraźnie mniejsza. Różnice w reakcji osobników ze zmniejszoną wydolnością krążenia, odznaczających się w zwykłych warunkach niższym na ogół % HbO_2 we krwi, oraz bardziej posuniętym spadkiem HbO_2 przy końcu doświadczenia (u 2-ch chorych, którzy nie ulegli zemdleniu, HbO_2 spadła do 60,9% i 62,9%), mogą do pewnego stopnia przemawiać za mniejszą wrażliwością ośrodka oddechowego na oddziaływanie nagłego obniżenia tlenu. O zmianach oraz mniejszej stałości napięcia ośrodka oddechowego u osób z upośledzonym krążeniem świadczą też większa nieregularność oddechu i skłonność do zjawienia się oddychania typu *Cheyne-Stokes'a*.

ZMIANY WE KRWI.

Nagły spadek ciśnienia tlenu w atmosferze oddechowej wywołuje poważne zmiany we własnościach bio-chemicznych i fizyko-chemicznych krwi. Zmiany te rozpoczynają się wraz ze zmniejszeniem ilości oksyhemoglobiny we krwi z towarzyszącym lub też rozwijającym się później wzmożeniem wentylacji płuc. Bezpośrednim następstwem wzrostu wentylacji płucnej jest przy tym obniżenie ciśnienia CO_2 początkowo w pęcherzykach płucnych, a co za tym idzie i we krwi tętniczej. Zjawiska powyższe odbijają się na podstawowych czynnościach i własnościach krwi zarówno u osobników zdrowych (Tab. III) jak i sercowo chorych (Tab. IV).

T A B. III.

Zmiany w niektórych własnościach krwi tętniczej u osób zdrowych pod wpływem oddychania mieszkanką o zawartości 12% O₂.
Changes in certain properties of the arterial blood of normal subjects as a result of breathing the twelve per cent oxygen mixture.

Gr.kontr. Control	Pojemność HbO ₂ capacity mM/L		Zawartość HbO ₂ content %		Zawartość CO ₂ content m Eq/L		Pojemność CO ₂ capacity (T ₄₀) m Eq/L		p CO ₂ mmHg		pHs	
	20.9% O ₂	12% O ₂	20.9% O ₂	12% O ₂	20.9% O ₂	12% O ₂	20.9% O ₂	12% O ₂	20.9% O ₂	12% O ₂	20.9% O ₂	12% O ₂
A	8,73	8,34	92,4	82,1	23,8	23,7	22,6	23,1	45,6	41,0	7,39	7,42
B	9,10	8,74	96,9	71,1	23,6	23,5	22,8	22,6	43,8	41,6	7,40	7,42
C	—	7,69	—	76,9	—	19,5	—	18,2	—	35,0	—	7,40
D	8,83	8,38	94,3	67,8	22,6	23,3	22,1	22,7	42,2	39,2	7,40	7,45
E	9,33	8,86	95,7	77,8	21,5	21,4	21,5	21,7	41,2	37,1	7,39	7,44
F	—	5,34	—	71,4	—	21,1	—	21,2	—	36,1	—	7,43
G	8,70	9,23	96,7	81,8	22,5	21,1	22,6	21,2	40,0	34,8	7,42	7,46
H	9,31	9,42	95,2	81,3	21,7	21,9	21,3	21,5	41,5	37,0	7,39	7,45
I	9,15	8,27	96,7	75,3	21,4	21,7	21,1	21,0	45,1	41,0	7,35	7,39
J	7,83	7,99	95,1	76,2	22,2	22,9	21,7	22,3	40,8	42,0	7,39	7,40
K	9,32	—	—	80,4	20,5	18,9	19,8	19,8	42,1	34,0	7,36	7,42
L	—	8,78	—	72,4	—	20,5	—	20,7	—	36,5	—	7,42
M	8,43	8,60	94,8	77,4	22,5	21,5	21,8	21,8	43,2	34,8	7,38	7,47
Przec. Av'rage	8,87	8,30	95,3	76,3	22,2	21,6	21,7	21,4	42,6	37,7	7,39	7,43
Przec. porówn. Comp. Av'rage	8,82	8,82	95,3	76,8	22,4	22,0	21,6	21,6	43,2	38,2	7,38	7,43

Pojemność HbO₂ oznacza zdolność wiązania maksymalnej ilości tlenu we krwi. Zawartość HbO₂ oznacza % Hb związanej z tlenem. Zawartość CO₂ oznacza ilość CO₂ we krwi pobranej z tętnicy. Pojemność CO₂ we krwi przedstawia zdolność wiązania CO₂ przy parcjalnym ciśnieniu 40 mm Hg CO₂. pCO₂ oznacza prężność CO₂ we krwi pobranej z tętnicy. pHs przedstawia wartość obliczoną z równania Henderson'a — Hasselbalch'a. Przeciętne porównawcze obliczono dla przypadków badanych zarówno w warunkach normalnych, jak i przy oddychaniu 12% O₂.

The HbO₂ capacity represents the maximum oxygen combining capacity of the blood. The HbO₂ content is the per cent of the total hemoglobin of the blood which is combined with oxygen. The CO₂ content represents the total carbon dioxide content of the blood as drawn from the artery. The CO₂ capacity represents the carbon dioxide combining capacity of oxygenated blood when the partial pressure of carbon dioxide is 40 mm. Hg. The p CO₂ represents the partial pressure of carbon dioxide in the blood as drawn from the artery. The pHs is the calculated value for the alkalinity of the blood as drawn from the artery. The comparable averages represent the averages calculated when determinations appear for both normal air and the 12 per cent oxygen mixture.

Przeciętne nasycenie hemoglobiny tlenem, wynoszące w grupie kontrolnej w warunkach normalnych 95.3%, obniża się ku końcowi doświadczenia do 76.8%. Największy spadek nasycenia Hb tlenem a mianowicie od 94.3% do 67.8% ujawnił osobnik D.: ku końcowi doświadczenia wystąpiło w tym przypadku wyraźne oddychanie Cheyne-Stokes'a. Najmniejszy spadek nasycenia Hb tlenem, jaki zanotowano u osobników zdrowych wynosił: od 92.4% do 82.1% (osobnik A.). Zdolność krwi do wiązania tlenu, określona za pomocą nasycenia krwi w tonometrze, oraz wynosząca przed doświadczeniem przeciętnie 8.82 milimolów na liter, obniża się do 8.65 mM przy końcu okresu hipoksemicznego.

W grupie sercowo chorych za wyjątkiem 3 osobników, u których stan zemdlenia w okresie zapadu nie pozwolił na pobranie krwi, przeciętne nasycenie hemoglobiny tlenem stanowiło 93.2% przed i 75.1% przy końcu doświadczenia. Największe zmiany stwierdzono w przypadkach Nr. 5, kiedy nasycenie tlenem spadło od 94.7% do 62%, najmniejszy spadek — o 8.5% w przypadku Nr. 1. Zdolność krwi do wiązania tlenu (określenie tonometryczne) wynosi dla omawianej grupy przeciętnie 8.69 przed i 8.96 mM na liter przy końcu doświadczenia.

Pewne różnice zaznaczają się również i w zmianach funkcji transportu CO₂. Prężność CO₂ we krwi tętniczej obniża się w grupie kontrolnej przeciętnie od 43.2 mm Hg w normie do 38.2 mm Hg przy końcu okresu hipoksemii. Odpowiednio też zmienia się zawartość CO₂ we krwi, wynosząca przed doświadczeniem 22.38 mEq na liter, oraz obniżająca się ku końcowi doświadczenia do 21.98 mili-równoważników na liter. Pojemność krwi na CO₂, przy 40 mm Hg CO₂ w tonometrze wynosiła przed i przy końcu okresu hipoksemii 21.6 mili-równoważników.

W tym samym kierunku zaznaczają się odnośne zmiany i u sercowo chorych. Ciśnienie CO₂ we krwi tętniczej obniża się od 42.8 mm Hg do 38.5 mm Hg oraz stężenie CO₂ w mili-równoważnikach na liter, wynosząca przed doświadczeniem przeciętnie 22.8 spada do 21.9 przy końcu doświadczenia. Po nasyceniu krwi tętniczej w tonometrze przy T⁰ ciała i 40 mm Hg ciśnienia CO₂ stężenie CO₂ w mili-równoważnikach na liter w krwi spoczynkowej, dochodzące przeciętnie do 22.0, obniża się do 21.51 w stanie hipoksemii.

T A B. IV.

Zmiany w niektórych własnościach krwi tętniczej u osób sercowo-chorych pod wpływem oddychania mieszanką o zawartości 12% O₂.

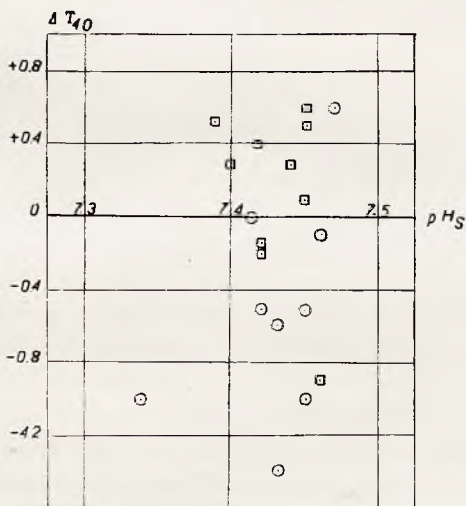
Changes in certain properties of the arterial blood of cardiac patients as a result of breathing the twelve per cent oxygen mixture.

Osobnik Patient	Pojemność HbO ₂ capacity mM/L		Zawartość HbO ₂ content %		Zawartość CO ₂ content m Eq/L		Pojemność CO ₂ capacity (T ₄₀) m Eq/L		p CO ₂ mmHg		pH _s	
	20.9%	12%	20.9%	12%	20.9%	12%	20.9%	12%	20.9%	12%	20.9%	12%
	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂
1	8,37	8,54	91,2	82,7	23,1	20,4	22,3	20,9	42,7	35,7	7,40	7,43
2	8,97	8,91	93,7	82,1	24,3	23,8	22,4	21,4	47,0	49,6	7,38	7,34
3	8,32	8,58	96,2	77,1	22,8	21,9	22,8	21,8	39,9	37,0	7,43	7,45
4	8,75	—	89,0	—	24,6	—	21,1	—	51,5	—	7,34	—
5	8,22	8,87	94,7	62,9	23,1	22,5	22,1	21,6	43,9	40,0	7,39	7,42
	9,41	—	92,3	—	24,6	24,5	21,8	—	53,0	—	7,33	—
6	8,76	—	92,5	—	24,5	—	23,1	—	47,4	—	7,38	—
7	10,00	10,51	95,7	76,8	20,9	20,0	20,7	20,6	41,0	34,0	7,39	7,46
8	8,76	8,80	95,0	80,0	22,5	22,2	21,7	21,7	43,8	40,8	7,40	7,41
9	8,48	9,00	90,8	61,9	22,2	21,4	21,1	21,7	42,6	34,5	7,39	7,47
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	8,48	8,58	89,2	78,4	23,0	21,6	22,2	21,6	42,9	37,8	7,40	7,43
12	8,64	8,82	91,4	73,8	23,2	22,1	22,6	22,1	41,8	37,3	7,42	7,45
13	7,98	—	94,4	75,2	21,4	20,3	21,4	—	39,9	—	7,40	—
Przec. Av'rage	8,70	8,96	92,8	75,1	23,1	21,9	21,9	21,5	44,4	38,5	7,39	7,43
Przec. porówn. Comp. Av'rage	8,69	8,96	93,2	75,1	22,8	21,9	22,0	21,5	42,8	38,5	7,40	7,43

Przy ocenie danych dotyczących rozpatrywanych grup dla każdej z osobną wynika, że zmiany pewnych fizyko-chemicznych własności krwi, wywoływane oddychaniem mieszanką o zmniejszonej zawartości tlenu są na ogół podobne. Zmniejszenie się odsetka HbO₂ występuje w obu grupach, aczkolwiek u osobników zdrowych zawartość HbO₂ zarówno przed jak i w końcu doświadczenia jest nieco wyższa. Pewna różnica zaznaczyła się natomiast w zmianach pojemności krwi na tlen. Zdolność krwi do wiązania tlenu, ulegająca w warunkach hipoksemii u sercowo chorych z reguły lekkiemu zwiększeniu, okazuje mniej jednoznaczne zmiany u osobników zdrowych. W 50% całej liczby tych ostatnich zaznaczający się wzrost pojemności

krwi na tlen jest jednak niższy w porównaniu z analogicznymi zmianami u osobników o krążeniu upośledzonym. Druga połowa grupy zdrowych wykazała natomiast przy końcu okresu hipoksemicznego obniżenie omawianej zdolności wiązania tlenu, które spowodowało zmniejszenie przeciętnej wartości dla całej grupy.

Bezpośredni efekt wzmożonej wentylacji płuc wyraził się w obniżeniu zarówno ciśnienia CO_2 , tzn. ilości CO_2 rozpuszczonego fizycznie we krwi, jak i całej zawartości CO_2 we krwi czyli sumy CO_2 rozpuszczonego i związanego chemicznie. Stopień redukcji wolnego CO_2 okazał się przy tym jednak wyższy od spadku zawartości CO_2 związanego. Jak wynika zatem z obniżenia stosunku wolnego CO_2 do związanego, wyrażającego stan reakcji krwi, bezpośrednim skutkiem hiperwentylacji okresu hipoksemii okazało się zwiększenie zasadowości krwi. Miernikiem nasilenia powyższych zjawisk są też zanotowane zmiany pH krwi, zwiększającego się z 7.38 do 7.43 w grupie kontrolnej i z 7.40 do 7.43 w grupie sercowo chorych. Stosunek wolnego



Rys. 7. Zmiany pojemności CO_2 (T_{40}) krwi tętnicznej w mili-równoważnikach na liter podczas hipoksemii u sercowo chorych (kwadraciki) i osób zdrowych (kółka).

The change in carbonic acid capacity (T_{40}) in milliequivalents per liter as a result of breathing the low oxygen mixture. Squares indicate controls. Circles indicate patients.

CO₂ do CO₂ związanego, wynoszący przy oddychaniu powietrzem zwykłym $\frac{1}{17}$ zmienia się odpowiednio przy oddychaniu mieszką ubogą w tlen do $\frac{1}{19}$.

Omawiane własności krwi, okazując na ogół wspólne cechy reakcji na spadek ciśnienia tlenu, przy rozpatrywaniu każdego osobnika z osobna ujawniają jednak pewne różnice indywidualne. Różnice te, zaznaczając się niekiedy w warunkach normalnych, mogą również występować lub się pogłębiać przy zastosowaniu działania niskiego ciśnienia tlenu. Należy sądzić, że nasilenie indywidualnej reakcji, będącej przedmiotem rozważań, mogło być szczególnie zaznaczone w trzech przypadkach zemdlenia badanych osobników, kiedy doświadczenie, niestety, musiano przerwać. Bardziej szczegółowa analiza zanotowanych różnic indywidualnych wydaje się być zbędna. U niektórych osobników z upośledzoną czynnością serca obniżenie zawartości HbO₂ i pojemności krwi na tlen sięgało znacznie większego stopnia w porównaniu z jakimkolwiek z osobników zdrowych. Wykres 7 ilustruje nadto zmiany T₄₀ czyli pojemności krwi na CO₂ dla obu grup zdrowych i sercowo chorych. Wyraźnie występują przy tym częstszy wzrost pojemności krwi na CO₂ u osób chorych (kółka) obok częstego obniżenia omawianej własności krwi u zdrowych (kwadraciki).

HIPOKSEMIA EKSPERYMENTALNA JAKO FUNKCJONALNA PRÓBA WYDOLNOŚCI-SERCA.

Badanie reakcji ustroju w warunkach wytwarzania stanów niedotleniania krwi uważa się między innymi za jedną z czynnościowych prób oceny wydolności serca. Za uzasadnieniem powyższej próby wydawałyby się przemawiać zarówno rozważania teoretyczne jak i niektóre wyniki eksperymentalne.

Badanie z wytwarzaniem warunków niedoboru tlenowego znalazło szerokie zastosowanie przede wszystkim przy określaniu przydatności kandydatów do służby w lotnictwie. Sposób przeprowadzania tego badania sprowadzał się do stopniowego obniżenia zawartości tlenu w atmosferze oddechowej aż do chwili, kiedy osobnik badany nie ujawni wyraźnych objawów dolegliwości. Ogół wyników stwierdza, że czynnikiem przerywającym trwanie próby jest zazwyczaj albo zapad naczynio-ruchowy

albo też utrata przytomności badanego. Przy zwykle obserwowanych przy tym zmianach w czynności krążenia z przyśpieszeniem rytmu serca, zwiększeniem jego objętości minutowej i zmianami ciśnienia krwi włącznie, trudno jest stwierdzić naogół występowanie wyraźniejszych oznak niedomogi serca. Ostre objawy upośledzenia czynności serca zjawiają się dopiero po przekroczeniu „okresu krytycznego” (*Dietrich i Schwiegk, Gilbert i Greene, Larsen, Tigges* i in.). Większość tych badań pozwala wnioskować, że próba z wytwarzaniem stanów ostrego niedotleniania u osobników zdrowych nie przedstawia zdecydowanej wartości z punktu widzenia oceny stopnia wydolności serca.

Przy zastosowaniu omawianej próby u osób o sercu chorym objawy znacznieszych zaburzeń serca mogą jednak występować przed zapadem naczynio-ruchowym lub też utratą przytomności badanego. Ten rodzaj reakcji na hipoksemię eksperymentalną uwidacznia się szczególnie wyraźnie w przypadkach dusznicy bolesnej i cierpienia serca na tle zmian wieńcowych. Napady silnych dolegliwości i bólu przy obniżeniu zawartości tlenu w powietrzu wdechowym nie należą do wyjątków (*Dietrich i Schwiegk, Katz* i współpr., *Larsen, Rothschild i Kissin, Tigges*).

Z wspomnianych autorów *Dietrich i Schwiegk* obserwowali wpływ obniżonego ciśnienia tlenu w 7 przypadkach choroby serca na tle zmian wieńcowych i dusznicy bolesnej. Każdy z badanych doświadczył objawów bólu, których rodzaj i promieniowanie są charakterystyczne dla napadu dusznicy bolesnej. Objawy powyższe ustępowały każdorazowo w 1 — 3 min. po przywróceniu oddychania normalnym powietrzem. Omawianym napadom bólowym towarzyszyło z reguły zmniejszenie załamka T i skrócenie okresów S — T elektrokardiogramu. Nie stwierdzając w tych przypadkach ulgi w objawach bólowych przy stosowaniu nitrogliceryny, wyżej wskazani autorzy wyłączają bezpośredni związek tych napadów bólowych ze skurczem naczyń wieńcowych oraz sądzą, że przyczynę ich należy raczej poszukiwać w niedotlenianiu mięśnia sercowego. W myśl tych autorów próba hipoksemiczna może służyć do różniczkowania pomiędzy dusznicą bolesną zależną od zmian chorobowych naczyń wieńcowych a dusznicą bolesną czynnościową.

W podobnych doświadczeniach, dokonanych przez *Rothschild'a* i *Kissin'a* na 26 chorych z dusznicą bolesną, w 18 przypadkach wystąpiły objawy bólowe, identyczne w swym charak-

terze i umiejscowieniu z bólami napadowymi. Zjawisk powyższych nie zanotowano jednocześnie w doświadczeniach kontrolnych na osobach zdrowych. Opisywane napady bólowe rozwijały się przy zmniejszeniu zawartości tlenu w powietrzu wdechowym w granicach od 11% do 6%. Zaznaczyć należy, że uczucie bólu pozostawało przez kilka minut po ukończeniu próby i że w trzech przypadkach zaszła nawet potrzeba zastosowania azotynu amylogo. Ten ostatni fakt wskazywałby, że prócz związku napadów bólowych z wpływami anoksemicznymi nie wykluczonym wydaje się być jednoczesne działanie na serce innych czynników dodatkowych. Końcowe wnioski z powyższych badań podnoszą znaczenie próby hipoksemii dla rozpoznania upośledzonego krążenia wieńcowego.

W doświadczeniach *Katz'a*, *Hamburgera'* i *Schultz'a*, którzy również zastosowali próbę niskiego ciśnienia tlenu u 17 zdrowych osobników i 6 z dusznicą bolesną, nikt ze zdrowych nie ujawnił skarg na objawy bólowe, pomimo, iż towarzyszące elektrokardiograficzne zmiany były podobne do tych, jakie występowały podczas nagłych lub też sztucznie wywołanych napadów u chorych na dusznicę bolesną. Z sześciu tych chorych tylko u dwóch niedobór tlenowy wywołał charakterystyczny ból w okolicy serca, aczkolwiek we wszystkich tych przypadkach rozwinęły się identyczne zmiany elektrokardiograficzne. Według wspomnianych autorów nieodzownym warunkiem występowania napadu bólowego jest, prócz anoksemii, współdziałanie jakiegoś innego procesu czy też czynnika, najprawdopodobniej natury nerwowej. Ci sami autorzy przyszli do przekonania, że badanie z wytwarzaniem stanu niedotleniania nie jest zadawalającą czynnościową próbą w przypadkach duszniczy bolesnej i że tego rodzaju badanie związane jest z pewnym niebezpieczeństwem. Obserwacje *Larsen'a*, obejmujące również przypadki duszniczy bolesnej, pokrywają się w swych wynikach z wnioskami *Katz'a*, *Hamburger'a* i *Schultz'a*.

O ile zatem nie wydaje się ulegać wątpliwości, że niektórzy osobnicy, cierpiący na dusznicę bolesną mogą w warunkach ostrego niedoboru tlenowego doświadczyć napadów bólowych, o tyle trudno jest ustalić zasadniczą rolę i stopień współdziałania wchodzących przy tym w grę czynników. Anoksemia albo raczej hipoksemia jest według *Kountz'a* i *Hammouda* tylko jednym z tych czynników, który bynajmniej jednak nie może być przy-
 j-

mowany za jednoznaczny ze stanem asfiksji. Nie bez znaczenia pozostają przy tym zwiększenie pracy serca, zmienione warunki odżywiania mięśnia sercowego oraz, przypuszczalnie, zwiększenie ilości krążącej w obiegu adrenaliny. W warunkach badania klinicznego czynnikiem powyższym, poza zjawiskami niedotleniania krwi, nie udziela się zazwyczaj należytego miejsca; niejednokrotnie nawet samo określenie stopnia niedoboru tlenowego opierano wyłącznie na procentowych danych zawartości tlenu w powietrzu wdychowym, nie zaś na bezpośrednim oznaczaniu nasycenia tlenem krwi tętniczej.

Jak wynika z całokształtu wyżej przytoczonych wyników niniejszej serii doświadczeń zastosowane warunki badania nie dostarczyły właściwie ani w jednym przypadku wyczerpujących wskazań do oceny istotnego stanu wydolności serca. Na 13 badanych sercowo chorych w 6-iu przypadkach zanotowano bardzo nieznaczne lub zupełny brak zaburzeń krążenia, w 4-ch przypadkach wystąpiły zjawiska, które można uważać za przejaw zakłócenia czynności serca, zaś pozostałe trzy osoby uległy zapadowi. W tych ostatnich przypadkach istniejąca u badanych choroba serca przyczyniła się do wystąpienia stanu zapadu przypuszczalnie o tyle, o ile sama przez się wpłynęła na obniżenie ogólnej sprawności osobnika. Do podkreślenia jest fakt, że żaden z 4-ch osobników, cierpiących na napady dusznicy bolesnej, nie doświadczył objawów bólowych. Chory Nr. 11, u którego najmniejszy wysiłek fizyczny wywoływał napad dusznicy bolesnej, doskonale znosił oddychanie zmniejszoną ilością tlenu w ciągu godziny i 58 minut. Brak jakichkolwiek przejawów dolegliwości możnaby, przypuszczalnie, tłumaczyć tym, że nasycenie krwi tętniczej spadło przy tym wszystkiego o 10.8%. Podobnie w przypadku Nr. 6 osobnik z chorobą serca na tle zmian wieńcowych, cierpiący na dusznicę bolesną nie odczuwał objawów bólowych, pomimo, iż uległ podczas badania zemdleniu.

Reasumując całokształt wyników wyżej omówionych doświadczeń własnych, łącznie z danymi uzyskanymi przez innych autorów, jesteśmy skłonni przyjąć, że wytwarzanie stanu niedotleniania krwi, jako próba czynnościowa wydolności serca, nie odpowiada temu przeznaczeniu w stopniu zadawalniającym, niezależnie od rodzaju choroby serca. Nawet w przypadkach dusznicy bolesnej próba ta bynajmniej nie jest pewna. Ponadto i sam punkt widzenia, że niedotlenianie mięśnia sercowego mo-

że samo przez się stanowić punkt wyjścia do powstawania objawów bólowych przy dusznicy bolesnej, nasuwa również wątpliwości. W licznym zespole czynników wchodzących w grę w stanach ostrego niedoboru tlenowego trudno jest narazie określić ich poszczególne znaczenie lub też wyizolować wpływy, wywierane wyłącznie przez niedotlenianie krwi.

STRESZCZENIE I WNIOSKI.

1. Trzynastu sercowo chorych oraz taką samą ilość osobników zdrowych poddano działaniu obniżonego ciśnienia parcjalnego tlenu, odpowiadającego zawartości tlenu w atmosferze na wysokości 4350 m.

2. W przebiegu całej serii doświadczeń zaznaczył się brak jakichkolwiek bądź skarg na dolegliwości ze strony wszystkich badanych, pomimo, że trzech chorych uległo zemdleniu oraz czterech innych ujawnili podczas doświadczenia objawy zaburzeń krążenia.

3. Przeciętne przyśpieszenie tętna nie różniło się w obu badanych grupach. Przyśpieszenie to bez wyjątku nie sięgało znacniejszego stopnia i u większości chorych nie przekraczało swej wartości przeciętnej.

4. Bardziej zaznaczone zjawiska arytmii zatokowej, występujące wkrótce po rozpoczęciu okresu hipoksemii uzależnione były w głównej mierze od pogłębienia oddechu.

5. Nie zanotowano u osobników zdrowych wyraźniejszych zmian ciśnienia krwi zarówno podczas jak i po zastosowaniu do oddychania mieszanki gazowej o zmniejszonej zawartości tlenu. Podobnie zachowało się ciśnienie w 6 przypadkach w grupie sercowo chorych. Zmiany ciśnienia krwi u pozostałych 7 chorych, przebiegające w kilku odmiennych kierunkach, rozwijały się czasami w następstwie zapadu naczynio-ruchowego, czasami zaś związane były z zaburzeniami czynności serca.

6. Stanom hipoksemii w warunkach doświadczeń towarzyszyły z reguły pewne zmiany elektrokardiograficzne, mało różniące się w swym charakterze i nasileniu u osobników zdrowych i chorych. W rzędzie tych zmian zanotowano obniżenie wysokości załamka T oraz umiarkowane zmiany okresu P—R i zespołu QRS. U trzech chorych zarejestrowano nadto lekkie skrócenie okresu S—T.

7. Wzrost przewietrzania płucnego, rozwijający się w następstwie obniżenia ciśnienia tlenu w atmosferze oddechowej, sięgał znaczniejszych stopni u osób chorych w porównaniu ze zdrowymi. Zwiększenie wentylacji płuc u tych ostatnich zachodziło w całości lub też w przeważającym stopniu kosztem wzrostu głębokości oddechu, w odróżnieniu od osób chorych, u których wystąpiło w tym celu głównie przyspieszenie rytmu oddechowego.

8. Zmiany własności fizyko-chemicznych krwi, rozwijające podczas oddychania zmniejszoną ilością tlenu, nie wykazały u osób zdrowych i chorych dalej idących różnic przy porównaniu grupowym. Różnice te ujawniły się jednak zupełnie wyraźnie przy indywidualnym rozpatrywaniu zmian we krwi u przedstawicieli obu badanych grup.

9. W świetle wyników doświadczalnych ocena wydolności serca przy zastosowaniu warunków ostrego niedotleniania nie wykazuje należytych wartości metody rozpoznawczej, może nadto przedstawiać niekiedy niebezpieczeństwo przy badaniu niektórych typów sercowo chorych.

10. Należy stwierdzić naogół, że wiele osób chorych na serce jest w większym lub mniejszym stopniu narażone na niebezpieczeństwo przy obniżeniu zawartości tlenu w atmosferze oddechowej do 12%, co odpowiada podniesieniu się do 4350 m wysokości. Występujące przy tym niepożądane wpływy niedoboru tlenowego mogą stanowić wyraz zmniejszenia ogólnej zdolności adaptacyjnej, które często towarzyszy chorobie serca lub też jest bezpośrednim następstwem jego zaburzeń w warunkach hipoksemii.

P I S M I E N N I C T W O.

- Dietrich, S., und Schwiegk, H.:* Das Schmerzproblem der Angina Pectoris. Klin. Wchnschr., 12 (135) 1933.
- Gilbert, N. C., and Greene, C. W.:* A sphygmographic study of the pulse during the rebreather test. Arch. Int. Med., 27 (688) 1921.
- Greene, C. W., and Gilbert, N. C.:* Studies on the response of the circulation to low oxygen tension. III. Changes in the pacemaker and in conduction during extreme oxygen want as shown in the human electrocardiogram. Arch. Int. Med., 27 (517) 1921.
- Greene, C. W., and Gilbert, N. C.:* Studies of the responses of the circulation to low oxygen tension. IV. The cause of the changes observed in the heart during extreme anoxemia. Am. Jour. Physiol., 60 (155) 1922.

- Herbst, R., and Manigold, K.:* Das Verhalten von Kreislauf und Atmung bei Sauerstoffmangel. *Arbeitsphysiol.*, 9 (166) 1936.
- Katz, L. N., Hamburger, W. W., and Schultz, W. J.:* The effect of generalized anoxemia on the electrocardiogram of normal subject. Its bearing on the mechanism of attacks of angina pectoris. *Am. Heart Jour.*, 9 (771) 1934.
- Kountz, W. B., and Hammouda, M.:* The effect of asphyxia and anoxemia on the electrocardiogram. *Am. Heart Jour.*, 8 (259) 1932.
- Larsen, K.:* Effect of anoxemia on the human electrocardiogram. *Acta. Med. Scandinav. Supp.*, 78 (149) 1936.
- Lutz, B. R., and Schneider, E. C.:* Circulatory response to low oxygen tension. *Am. Jour. Physiol.*, 50 (228) 1919.
- Missiuro, W.:* Effects of anoxemia produced during rebreathing on man's respiratory exchange and circulation. *Przegląd Fizjologii Ruchu*, 4 (143) 1932.
- Rothschild, M. A., and Kissin, M.:* Induced general anoxemia causing S-T deviation in the electrocardiogram. *Am. Heart Jour.*, 8 (745) 1933.
- Schneider, E. C.:* Physiological effects of altitude. *Physiol. Rev.*, 1 (631) 1921.
- Schneider, E. C.:* Medical studies in aviation. II, Physiologic observations and methods, *Jour. A. M. A.*, 71 (1384) 1918.
- Tigges, F.:* Das Elektrokardiogramm bei Hypoxämie. *Ztschr. f. Kreislauf-forsch.*, 28 (225) 1936.

(Zakład Fizjologii Centralnego Instytutu Wychowania Fizycznego
im. Pierwszego Marszałka Polski Józefa Piłsudskiego
Kierownik Doc. Dr. Wł. Missiuro).

B. Pawlak.

O ZJAWISKACH OPADANIA KRWINEK PRZY ZMIANACH ZAWARTOŚCI O₂ I CO₂ W ATMOSFERZE ODDECHOWEJ.

Ueber Erscheinungen der Blutkörperchensenkungen bei Änderungen des O₂ — und CO₂ — Gehaltes in der Atmungsluft.

Die Feststellung, wie sich die Sedimentierung bei Atmung in einer Luft bei verschiedenem Gehalte an O₂ und CO₂ verhält, wurde den vorliegenden Untersuchungen zum Ziele gestellt. Als deren Ausgangspunkt dienten die Ergebnisse *Reichels*, die eine Verlangsamung der Sedimentierung bei einer die Norm übersteigenden Ansammlung von CO₂ im Blute nachwiesen. Die Versuchsarbeiten wurden an 11 gesunden Personen im Alter von 17—18 Jahren, die zuvor klinisch untersucht worden waren, um pathologische Einflüsse auf die Blutkörperchensenkung auszuschliessen, durchgeführt. Um Veränderungen des Gehaltes an O₂ und CO₂ in der Einatmungsluft zu erzielen, wurde der *Krogh'sche* Apparat benutzt. In der ersten Gruppe untersuchte man die Blutkörperchensenkung, bei Sauerstoffmangel. In der zweiten Versuchsgruppe atmeten die Versuchspersonen in einem geschlossenen Raume Luft mit einem sich vermindernenden Gehalte an O₂ und einem sich vergrößernden Gehalte an CO₂. In beiden Gruppen betrug die im Apparate sich befindliche Luftmenge 7 Liter. In jeder Gruppe untersuchte man zweimal die Blutkörperchensenkung. Die erste Probe entnahm man während des Atmens in atmosphärischer Luft, die zweite Probe: bei der Gruppe I im Augenblicke, als die Luftmenge im Behälter

sich den Ausmassen des Atmungsvolumens annäherte; bei der Gruppe II im Augenblicke der allerdeutlichsten Anoxämieerscheinungen. Die Blutkörperchensenkungen unterlagen in fast allen Fällen nach kurzem Atmen (bis 6 Min) in einer Luft von einer bis zu 8% gehenden Gehaltsverminderung an O_2 einer Beschleunigung von 1 — 7 mm/pro Stunde. Verglichen mit dem Zustande der sich aus der Atmungszeit in normalen Luft ergab, unterlag die Erythrocytenzahl einer Verminderung. Bedingungen und Zeitdauer der Versuche erlaubten keine Entfaltung einer Polyglobulie, wie sie gewöhnlich dann auftritt wenn der Zustand einer ungenügenden Sauerstoffversorgung des Blutes eine gewisse Zeit andauert. Die Geschwindigkeitsvergrößerung der Senkung ist mit einer Verminderung der roten Blutkörperchenzahl verbunden, was wahrscheinlich als Folgeerscheinung von Bewegungsgefässveränderungen anzusehen ist. Bei der zweiten Gruppe unterlag, beim Atmen in Luft mit einem bis zu 10.13% reichenden vergrösserten Gehalt an CO_2 und einem (durchschnittlich um 5%) verkleinerten Gehalt an O_2 , die Blutkörperchensenkung einer bedeutenden Verlangsamung in den Grenzen von 1—10 mm/pro Stunde. Die Zahl der roten Blutkörperchen stieg dabei, wenn man sie mit dem Zustande vergleicht, der während der Atmungszeit in atmosphärischer Luft bestand. Die Polyglobulieerscheinungen in dieser Versuchsserie sind anzunehmenderweise damit verbunden dass eine zusätzliche Zahl von Blutkörperchen aus der Milz, der Leber und anderen Gefässabschnitten hauptsächlich der Bauchhöhle, die den Bewegungsgefässveränderungen unterliegen, in Bewegung gesetzt werden. Die Verlangsamung der Blutkörperchensenkung ist in den besprochenen Versuchen, eine Resultierende, die sich aus der Einwirkung des verminderten Gehaltes an O_2 und des bedeutend vergrösserten Gehaltes an CO_2 in der Atmungsatmosphäre, die beide zu einem Auftreten von Polyglobulieerscheinungen beitragen, ergibt.

WSTEP.

Czerwone ciątka krwi zawieszona w osoczcu są od niej gątkowo cięższe i dlatego in vitro opadają ku dołowi. Ze zjawiskiem tym spotykamy się również w tych przypadkach kiedy

in vivo zachodzi zwolnienie prądu płynącej krwi. Mechanizm sedymentacji i jej szybkość polega na tym, że krwinki zbijają się w aglomeraty większe lub mniejsze; nie jest rzeczą obojętną ilość krążących krwinek. Opadanie jest tym szybsze im mniejsza jest ilość czerwonych ciałek krwi. Zawieszenie erytrocytów we krwi krążącej jest zjawiskiem żąyciowym, po śmierci krwinki opadają na dno w naczyniach krwionośnych. Ciągły ruch krążącej krwi za życia powoduje stałe mieszanie zawieszonych krwinek. Sedymentację w naczyniach in vivo można wówczas obserwować, skoro tylko usunie się przeszkody, stojące na drodze opadu w warunkach normalnych. Punkcja zamkniętego naczynia na rozmaitej wysokości wykaże nam po pewnym okresie różną zawartość krwinek; w górnej części naczynia krwionośnego zawiera się plazma, w dolnej erytrocyty.

Zjawisko hemoaglutynacji starają się wytłumaczyć różne teorie. Na temat sedymentacji ukazało się do 1928 r. około 1000 różnych prac. Teoretyczne podstawy sedymentacji są bardzo skomplikowane — to też dokładny opis tych zjawisk jest stosunkowo dość trudny. Niewątpliwie jednak wyniki dotychczasowych badań nad sedymentacją wyjaśniły nam wiele szczegółów w obecnej chwili pewnych, dużo jednak istnieje czynników ogólnych, mających zmienny wpływ na sedymentację i stąd w pewnej mierze pomniejszających wartość odczynu opadania.

Arrhenius, i odkrywca aglutynacji pałeczek durowych *Gruber*, są zwolennikami tłumaczenia tych zjawisk na drodze fizycznej. Według tych autorów tworzenie się agregatów polega na wzajemnym sklejanii się powierzchni krwinek, odznaczających się wyjątkową lepkością. W ten sposób sklezione krwinki tworzą, opadając na dół, coraz większe aglomeraty.

Teoria kolloidowo-chemiczna tłumaczy sedymentację zjawiskiem adsorpcji, w którym mechanizm zlepiania się krwinek jest wynikiem różnych ładunków elektrycznych. Czerwone ciałka krwi posiadają ładunek ujemny, plazma natomiast składa się z kolloidów, które są naładowane dodatnio, zwłaszcza gruboziarniste globuliny i fibrynogen. Ciała te powodują wyładowanie elektryczne krwinek, dzięki czemu przychodzi do wytworzenia aglomeratów, i jako gatunkowo cięższych — do opadania w dół. Zwiększanie się kolloidów, jak globulin i fibrynogenu jest zależne od ilości białka podanego parenteralnie lub też resorpcji produktów rozpadu białka własnego organizmu przy rozmaitych

stanach patologicznych. Zatem opadanie jest tym szybsze im więcej jest w plazmie globulin i fibrynogenu. Rzeczą bardzo charakterystyczną jest fakt, że opadanie krwinek w gęstych roztworach jest szybsze co wydaje się paradoksalne, gdyż należałoby przypuszczać, że gęstszy płyn, stawiając większy opór, działa hamująco na odczyn sedymentacji. Stopień lepkości odgrywa tu dużą rolę.

Badania *Höber'a* i *Ley'a* wykazały, że stopień lepkości jest odwrotnie proporcjonalny do ładunków elektrycznych fibrynogenu, globulin i albumin. Fibrynogen i globuliny mają dużą lepkość, albuminy mniejszą. *Höber* łączy teorię elektryczną z lepkością, wnioskując, że jeśli w surowicy krwi ilości globulin są zwiększone, a albumin zmniejszone, to tym samym lepkość krwi jest zwiększona — krwinki bardziej się zlepiają i szybciej opadają.

Z badań *Fähreusa* wynika (*Reichel*), że sedymentacja krwi, która nie tworzy aglomeratów nie przekracza 0,2 mm na 1 godz., krew, opadająca w czasie 1 godz. o 1 mm wykazuje w aglomeratach przeciętnie po 11 erytrocytów. Wielkość tych agregatów przy szybko opadającej krwi jest tak znaczna, że nawet gołym okiem można obserwować ich tworzenie się; ilość erytrocytów, wchodzących w skład takiego aglomeratu wynosi przeciętnie 58.000. Czas tworzenia się aglomeratów, jako następstwo specyficznych własności krwi, warunkuje szybsze lub wolniejsze opadanie krwinek. Początek tworzenia się agregatów jest szybki gdy krew jest nieruchoma, wolny natomiast, gdy krew znajduje się w ruchu. Tempo sedymentacji w poszczególnych minutach nie jest równe (*Reichel*). Czas odczytywania i ilość mm opadu przeniesiona na oś rzędnych i odciętych tworzą krzywą charakteryzującą dany przypadek; w ogólnych zarysach krzywą tę można podzielić na trzy części w myśl wyników badań *Roth'a*, potwierdzonych ostatnio przez *Reichel'a*. *Roth* w procesie sedymentacji znajduje trzy fazy: 1 faza powolnego opadania = okres preaglutynacji, 2 — faza szybkiego opadu = okres aglutynacji, 3 — faza hamowania wskutek ograniczenia przestrzeni i ściągania się sedymentu = stadium zlepne (*Sackungstadium*). *Reichel* w swoich badaniach dochodzi do wniosku, że określona wielkość aglomeratów powstaje w zależności od różnych rodzajów opadania i wpływów działających na zmienność sedymentacji. Tworzenie się aglomeratów łatwo można obser-

wować w okresie szybkiej sedymentacji. W momencie, kiedy opadanie ustala się, tworzenie aglomeratów jest ukończone. Czas tworzenia się aglomeratów przy normalnie opadającej krwi wynosi pół godz. i więcej, przy szybko opadającej odpowiada stopniowi przyspieszenia w różnicach minutowych.

Dokładniejsza analiza procesów sedymentacji i rozpatrzenie mechanizmu pojedynczych czynników, wpływających na zmienność opadania prowadzi nas w dziedzinę chemii kolloidów. W tym też kierunku poszły badania *Westergren'a*, *Theorell'a*, *Widström'a*, *Bendien*, *Neuberg'a* i *Snapper'a*. Autorzy ci wykazują niewątpliwy wpływ pojedynczych składników osocza na przyspieszenie czy zwolnienie sedymentacji. Późniejsze badania *v. Zarday'a* i *v. Farkas'a* wykazały, że szybkość sedymentacji jest wprost proporcjonalna do zawartości fibrinogenu i globulin, a odwrotnie proporcjonalna do albumin plazmy.

Badania nad wpływem niskich ciśnień (w komorze) i dużych wysokości (w górach) na opadanie krwinek przeprowadzali *E. Scala*, *K. Backmund* i *S. Marczewski*.

E. Scala (1932), badając wpływ niskich ciśnień (do 316 mm Hg) przy obniżonej temp. —5°C stwierdził zwiększenie się szybkości opadania czerwonych krwinek u królików.

K. Backmund (wg *Loewy* 1933) przeprowadził badania na ludziach na wysokości 2650 m. Stwierdził zwolnienie szybkości opadania, której nie towarzyszył wzrost liczby krwinek czerwonych.

S. Marczewski (1938), badając wpływ systematycznie powtarzanej próby działania niskiego ciśnienia—między innymi—na ilość czerwonych krwinek i szybkość opadania, stwierdził, że po 10 godz. pobytu w komorze niskich ciśnień szybkość opadu zwiększyła się tylko w 4 przypadkach; uważa jednak, że ma to związek z powolniejszym rozwojem poliglobulii wysokościowej i jest objawem niestałym. W czasie 3-tygodniowego okresu komorowego wahania sedymentacji były nieznaczne w stosunku do normy. Po tym okresie gdy liczba krwinek zbliżyła się do 9 milj. nastąpiło wyraźne zwolnienie opadania, które utrzymywało się na tym poziomie mimo dalszego wzrostu krwinek czerwonych. W okresie pokomorowym nastąpił spadek ilości czerwonych krwinek z równoczesnym wzrostem szybkości opadania.

W badaniach niniejszych chodziło nam o ustalenie zależności, zazwyczaj obserwowanych przy zmniejszonym ciśnieniu barometrycznym, zmian opadania krwinek od stopnia zawartości O_2 i CO_2 w atmosferze oddechowej. Badano więc sedymentację w czasie oddychania powietrzem atmosferycznym w zwykłych warunkach ciśnienia barometrycznego, przy zmniejszonej ilości O_2 , oraz przy zmniejszonej ilości O_2 i zwiększonej ilości CO_2 . Z drugiej strony szukaliśmy dalszego potwierdzenia i uzupełnienia wyników *Reichel'a*, wykazującego zwolnienie sedymentacji przy zwiększeniu zawartości CO_2 we krwi ponad normę jak również przy wzroście ilości ciałek czerwonych i odwrotnie, przyspieszenie sedymentacji przy zmniejszeniu ilości krwinek (w naczyniach obwodowych).

METODYKA BADAŃ.

W wyborze metody sedymentacji kierowano się zasadą usunięcia do minimum czynników ubocznych, wpływających na zmienność sedymentacji. Stawianym warunkom najbardziej odpowiadała metoda *Reichel'a*, używającego rurek kalibrowanych o długości 180 mm, średnicy wewn. 1,4 mm, i podziałce na 120 mm. Rurki sedymentacyjne wstawia do epruwetek wysokości 90 mm i 7 mm szerokości.

Szerokość światła rurki wpływa wybitnie na zmienność sedymentacji. *Westergren i Wiemer*¹⁾ przeprowadzili badania nad wpływem światła rurki na zwolnienie opadu; inni *Horvat, Ducceschi, Yamamoto, Feuerstein i Wiemer*¹⁾ badali wpływy szerokości na przyspieszenie. Badania te wykazały, że wąskie rurki poniżej 1 mm wywierają wpływ na sedymentację częściowo hamujący częściowo przyspieszający. Wybór metody *Reichel'a* miał więc na względzie uniknięcie momentów, które zaciemniałyby mechanizm sedymentacji. — Kilka minut przed pobraniem krwi z palca zanurzano rękę badanego do wody o temp. 36° — 38° C. Po wysuszeniu ręki ręcznikiem, oczyszczano palce 96% alkoholem. Nakłucie tak przygotowanego palca powodowało wypływ krwi bez ucisku; pierwszą kroplę usuwano, następną naciągano do mikrosedymentatorów i do mieszalników.

Doświadczenia przeprowadzono w dwóch grupach. W pierwszej badano sedymentację w warunkach niedoboru tlenowego,

1) Wg. *Reichel'a H.*

w drugiej grupie — w czasie oddychania powietrzem o zmniejszonej ilości O_2 i znacznie zwiększonej ilości CO_2 . Dla wytworzenia warunków oddychania, w których skład powietrza odpowiadałby wymaganiom w obu grupach, użyto aparatu *Krogh'a*. Przed właściwym doświadczeniem badanemu nakładano zacisk na nos; przez ustnik badany zaczynał oddychać powietrzem z aparatu. Pobierano próbki krwi w obu grupach dwukrotnie, — w stanie spoczynku (spokoju mięśniowego) w czasie oddychania powietrzem atmosferycznym, drugą próbkę — w czasie oddychania powietrzem z przestrzeni zamkniętej, przy czym pobieranie drugiej próbki przypadało: w pierwszej grupie doświadczeń w chwili, kiedy ilość powietrza w przestrzeni zamkniętej zmniejszyła się do granic objętości oddechowej (amplitudy oddechu), — w drugiej grupie doświadczeń — na okres wyraźniej występujących przejawów anoksemicznych. W pierwszej grupie doświadczeń, bezwodnik kwasu węglowego usuwano za pomocą filtru z wapnem sodowanym, umieszczonego w obwodzie przestrzeni zamkniętej. Zawartość CO_2 w powietrzu wdechowym wahała się w granicach od 0,02% — 0,5% (w jednym przypadku wyjątkowo nawet do 0,8%), ponieważ zdolność pochłaniająca filtru była w kilku przypadkach niezupełnie wystarczająca. W drugiej grupie pobrane próbki powietrza wdechowego w tym samym momencie co próbki krwi (w okresie duszności), wykazują nagromadzenie CO_2 od 6,62% — 10,13%, przy równoczesnym spadku O_2 od 12,52% — 4,05%.

Przy pobieraniu krwi do sedymentatorów szczególną uwagę zwracano na wysokość słupów obu części cytrynianu i krwi. Wysokość słupa krwi nie pozostaje bowiem bez wpływu na mechanizm sedymentacji. Przedstawiając graficznie przebieg opadania krwinek stwierdzamy, że każdorazowo można obserwować trzy okresy w przebiegu sedymentacji. W pierwszym okresie pojedyncze erythrocyty opadają wolno, w drugim okresie konglomeraty erythrocytów ulegają przyśpieszeniu w opadzie i wczesnie osiągają stałą szybkość opadania, w trzecim okresie następuje hamowanie opadania. Ustalenie się trzeciego okresu zależy od wysokości słupa krwi i od objętości poszczególnych ciałek krwi. Okres ten występuje o tyle wcześniej, o ile wyższy jest słup krwi i większa jest objętość erythrocytów.

Badania przeprowadzono w godzinach rannych naczczo, na 11 zdrowych osobnikach w wieku 17—18 lat. Ogółem wykonano 35 doświadczeń.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA.

Opadanie krwinek przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym.

Dla jak najdalej idącego wyeliminowania wpływów, wybitnie zmieniających sedymentację, przeprowadzono u wszystkich dokładne badania kliniczne. Wiadomo bowiem, że sedymentacja jest przyspieszona w chorobach zakaźnych, przy tbc płuc, w sprawach zapalnych płuc, wątroby, nerek, przy pleuritis. Inne jednostki chorobowe powodują natomiast zwolnienie opadania. Wpływ czynników zewnętrznych, zmieniających sedymentację, jak temperatura, rozcieńczenie krwi cytrynianem i inne, starano się w miarę możliwości zredukować do minimum.

T A B. I.

Opadanie krwinek przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym.
Blutkörperchensenkung bei Atmung in atmosphärischer Luft.

Nr dośw. Nr Exper.	Osob. Vers. pers.	Opadanie krwinek <i>Blutkörperchensenkung</i>				Czerwone krwinki <i>Erythrocytenzahl</i>
		1 h	2 h	3 h	24 h	
A						
4	R. W.	8	18	28,5	59	4.250.000
6	W. R.	9	23	27	44	4.580.000
12	W. A.	10	20	27	48	4.570.000
13	R. W.	4,5	21	37	58	4.187.000
21	W. A.	9	23	32	54	4.320.000
33	S. A.	3,5	8	15	50	4.600.000
B						
5	G. E.	3	5	6,5	40,5	5.260.000
8	W. A.	7,5	18	27	52	5.012.000
9	G. E.	5	13	19,5	43	5.500.000
11	D. J.	7,5	14	21	47	5.190.000
16	J. E.	2	7,5	15	44	5.020.000
18	J. E.	4,5	14	20	48	5.083.000
19	K. S.	3,5	8,5	12,2	—	5.370.000
20	K. A.	2,2	6	14	55	5.100.000
23	M. E.	3	5	11	46	5.500.000
29	R. W.	3,5	13	22	57	5.300.000
30	W. A.	2	8	13	54	5.200.000

W tab. I (A i B) zestawiono wyniki opadania krwinek przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym. Z tabeli powyższej widzimy, że sedymentacja mieści się w granicach normy. Według *Westergren'a* opad w pierwszej godz. dla mężczyzn zawiera

się w granicach od 1—10 mm, zależnie od specyficznych właściwości krwi danego osobnika. W naszych przypadkach sedymentacja (u mężczyzn) waha się w granicach od 2—10 mm w pierwszej godzinie. Z tabel powyższych wynika nadto, że opad w tab. A, w pierwszej godzinie zawiera się w wyższych granicach: 3,5—10 mm przy czym większość przypadków zbliża się do górnej granicy sedymentacji. Natomiast w tab. B zawiera się w niższych nieco granicach: 2,0—7,5 mm przy czym większość przypadków (8 na ogólną ilość 11) zbliża się do dolnych granic opadu (2—4,5 mm). Zjawisko zbliżania się sedymentacji do dolnych lub do górnych granic norm należy powiązać z większą (tab. B) lub też mniejszą (tab. A) ilością czerwonych krwinek. Tab. A, w której obserwuje się szybszy opad zawiera grupę przypadków, w której ilość erytrocytów dochodzi do 4.600.000. Tab. B — powyżej do 5.500.000. Potwierdza to wyniki *Reichel'a* i obliczenia *Skibińskiego*. Te same różnice i proporcje spotykamy w drugiej i trzeciej godz. sedymentacji. W odniesieniu do faz sedymentacji — przypadki Nr. Nr. 4, 8, 9, 16, 20, 29, 33, cechuje przebieg bardzo typowy. Pierwszy odczyt wykazuje bardzo niskie cyfry opadu — cechuje to okres powolnego opadania (okres I), następny — cechuje okres szybkiej sedymentacji (okres II), ostatni odczyt należy do okresu hamowania.

Dokładna obserwacja przebiegu wszystkich trzech okresów sedymentacji następuje dużo trudności, gdyż występują one w niejednakowym czasie w poszczególnych doświadczeniach. Punkty obserwacji co godz. podają nam tylko w grubszych zarysach przebieg tych okresów. Dokładniejszą analizę zjawisk sedymentacji możnaby przeprowadzić na krzywych otrzymanych metodą rejestracji fotograficznej. Krzywe otrzymane w ten sposób dałyby pełniejszy obraz opadania krwinek, dotyczący czasu występowania poszczególnych faz sedymentacji i szybkości ich przebiegu.

Opadanie krwinek w warunkach niedoboru tlenowego.

W zachowaniu się opadania krwinek przy niedoborze tlenowym zachodzą, w porównaniu z oddychaniem w warunkach zwykłych, dość znaczne różnice. W doświadczeniach niżej omówionych skład powietrza w przestrzeni zamkniętej ulegał stałej

zmianie. Najniższa zawartość O_2 w powietrzu wdychowym dochodziła do 8,0%. Przebieg sedymentacji w tych warunkach ujawnił dość znaczne przyspieszenie. Zestawienie przypadków w tab. II dokładnie ilustruje nam stopień przyspieszenia.

T A B. II.

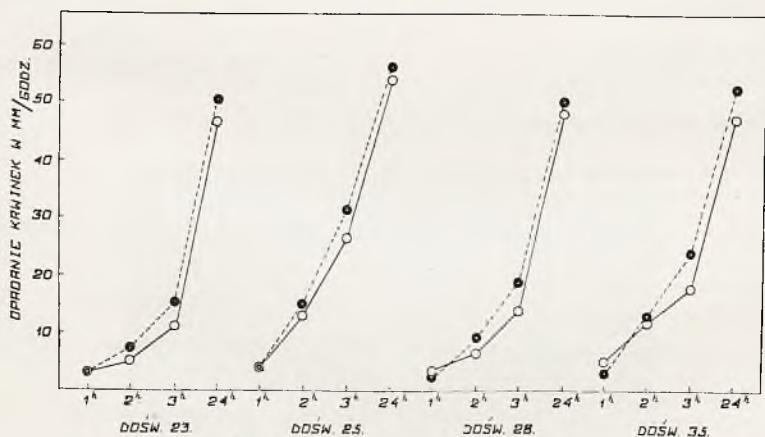
Opadanie krwinek w warunkach niedoboru tlenowego.
Blutkörperchensenkung bei Sauerstoffmangel.

Nr. dośw. Nr. d. Kupper.		O_2 %	CO_2 %	Opadanie krwinek <i>Blutkörperchensenkung</i>				Czerwone krwinki <i>Erythrocytenzahl</i>
				1 h	2 h	3 h	24 h	
23	Skład pow. wdych.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	3	5	11	46	5.500.000
	" " " "	10,07	0,21	3	7	15	50	5.000.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			0	40,0	36,4	8,7	—
24	Skład pow. wdych.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	4	9	13,2	52	5.780.000
	" " " "	11,22	0,32	4	10	15	52	5.150.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			0	11,1	13,6	0	—
25	Skład pow. wdych.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	4	13	26	54	5.870.000
	" " " "	9,84	0,20	4	15	31	56	4.700.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			0	15,4	19,2	3,7	—
28	Skład pow. wdych.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	3,2	6,5	14	49	—
	" " " "	9,18	0,58	2,5	9	19	50	—
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			zwoln.	38,5	35,7	4,1	—
32	Skład pow. wdych.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	1	4,2	—	—	5.300.000
	" " " "	—	—	2,2	6	—	—	5.030.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			120,0	42,9	—	—	—
35	Skład pow. wdych.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	5	12	18	47	6.400.000
	" " " "	—	—	3	13	24	52	5.800.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			zwoln.	8,3	33,3	10,6	—

Przyspieszenie opadania krwinek w czasie oddychania powietrzem o zmniejszonej ilości O_2 , w stosunku do sedymentacji w czasie oddychania powietrzem atmosferycznym, jest różne w poszczególnych fazach opadania. W stadium preaglutynacji (okres I) nie spostrzegamy wielkich różnic w opadzie (tab. II); można nawet powiedzieć, że wyniki w tejże fazie są dość zmien-

ne, bo na ogólną ilość 6 przypadków (z tab. II) w dwóch opadanie krwinek ulega przyśpieszeniu, w trzech przypadkach brak różnic, w dwóch nawet ulega nieznacznemu zwolnieniu. Bardziej charakterystyczne dla tej grupy dośw. są wyniki w okresie aglutynacji (okres II) jak również w okresie hamowania (okres III). Przyśpieszenie opadania w drugim okresie sedymentacji zawiera się w granicach dość znacznej rozpiętości: od 8,33% — 42,85% w stosunku do normy; w okresie hamowania rozpiętość maleje do granic: 3,70% — 10,63%. Wy tłumaczenia zjawiska przyśpieszenia opadania krwinek należy szukać w myśl formuły *Stockes'a* i twierdzeń *Reichel'a* w zmniejszeniu się ilości czerwonych krwinek w kapilarach.

We wszystkich przypadkach przy oddychaniu powietrzem o zmniejszonej ilości O_2 , ilość krwinek czerwonych w naczyniach obwodowych włosowatych ulega zmniejszeniu w stosunku do ilości w normie. Na przyśpieszenie opadania wpływają prawdopodobnie jeszcze inne zjawiska, powodujące zmiany lepkości plazmy, czy też zmieniające promień opadających erytrocytów i ich konglomeratów.



Rys. 1. Przyśpieszenie opadania krwinek (-----) w warunkach niedoboru tlenowego, (————) opadanie krwinek przy oddychaniu pow. atmosferycznym.

Abb. 1. Beschleunigung d. Skg. (-----) bei Sauerstoffmangel, (————) Blutkörperchensenkung bei Atmung in atmosphärischer Luft.

Przebieg opadania krwinek w poszczególnych fazach i przyśpieszenie łatwiej można zaobserwować w graficznym zestawieniu.

Przyspieszenie sedymentacji na rys. 1 wyraźnie występuje w dośw. Nr. 23, 25, 28, 35 w dwóch ostatnich fazach. W dośw. 23 i 25 brak przyspieszenia w okresie preaglutynacji.

T A B. III.

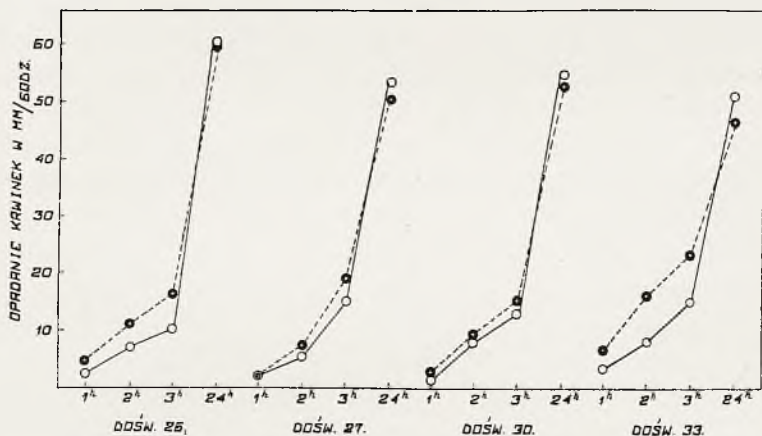
Przyspieszenie opadania krwinek w warunkach niedoboru tlenowego w okresie preaglutynacji i aglutynacji.

Beschleunigung der Blutkörperchensenkung im Präagglutinations- und Agglutinationsstadium bei Sauerstoffmangel.

Nr. dośw. Nr. d. Exper.		O ₂ %	CO ₂ %	Opadanie krwinek <i>Blutkörperchensenkung</i>				Czerwone krwinki <i>Erythrocytenzahl</i>
				1 h	2 h	3 h	24 h	
26	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	2	7	10,5	60	5.794.000
	" " " " "	8,68	0,43	4,5	11	16,5	59	5.050.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			125,0	57,1	57,1	zwoln.	—
27	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	2	5,5	15	52,5	6.200.000
	" " " " "	11,73	0,72	2	7,5	19	49,5	5.681.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			0	36,4	26,6	zwoln.	—
30	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	2	8	13	54	5.200.000
	" " " " "	8,38	0,79	2,5	9	15	52	4.700.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			25,0	12,5	15,4	zwoln.	—
33	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	3,5	8	15	50	4.600.000
	" " " " "	11,34	0,03	6,5	16	23	46	4.150.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			85,7	100,0	53,3	zwoln.	—
34	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	6	18	—	55	5.350.000
	" " " " "	14,75	0,02	7	19	—	54	4.700.000
	Przyspiesz. opadu <i>Beschleunigung d. Skg.</i> %			16,6	5,6	—	zwoln.	—

Tab. III i rys. 2 obejmują przypadki o odmienniej sedymentacji w okresie zlepnym; obserwujemy tu nieznaczne odchylenie od przebiegu w stosunku do poprzedniej grupy (Tab. II). Zwolnienie w trzecim okresie tejże grupy nie jest zbyt duże, w przeważającej ilości przypadków różnice zawierają się w granicach zaledwie 1 do 3 mm. Natomiast w okresie preaglutynacji i aglutynacji obserwujemy wyraźne przyspieszenie se-

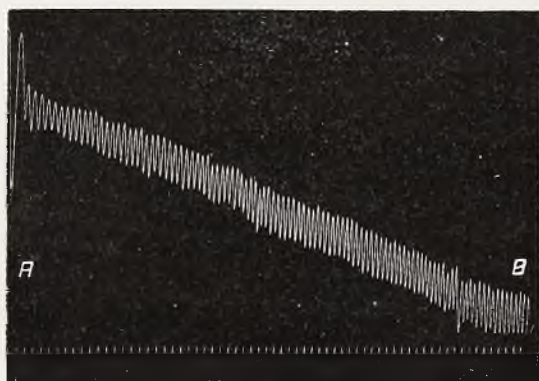
dymantacji. Ilość krwinek czerwonych we wszystkich przypadkach jest mniejsza przy oddychaniu przez krótki czas powietrzem o zmniejszonej ilości O_2 w porównaniu z ilością w czasie oddychania powietrzem atmosferycznym.



Rys. 2. Przyspieszenie opadania krwinek (-----) w warunkach niedoboru tlenowego w okresie preaglutynacji i aglutynacji, (————) opadanie krwinek przy oddychaniu pow. atmosferycznym.

Abb. 2. Beschleunigung d. Skg. (-----) in Präagglutinations- und Agglutinationsstadium bei Sauerstoffmangel, (————) Blutkörperchensenkung bei Atmung in atmosphärischer Luft.

Rys. 2 ilustruje graficznie przypadki przytoczone w tab. III.



Rys. 3. Spirogram gr. I — oddychanie w warunkach niedoboru tlenowego. A — początek dośw., B — pobranie próbek krwi i powietrza wdychowego.

Abb. 3. Spirogramm d. I Gruppe — Atmung bei Sauerstoffmangel. A — Anfang d. Versuches, B — Entnahme der Blutprobe und Atmungsluftprobe.

Wykres powyższy ilustruje przebieg doświadczeń w grupie badań nad opadaniem krwinek w warunkach niedoboru tlenowego. W chwili rozpoczęcia doświadczenia zawartość powietrza atmosferycznego w aparacie wynosiła 7 ltr. (A). Po pobraniu krwi na opad i próbki powietrza do analizy przerywano doświadczenie (w punkcie B). Skład powietrza próbek pobranych w punkcie B, w poszczególnych doświadczeniach tej grupy zawierał się w granicach — O_2 : 14,75% — 8,03%, CO_2 : 0,02% — 0,84%.

Niżej podane zestawienie wyników badań nad wpływem oddychania powietrzem o obniżonej zawartości O_2 na opadanie krwinek ujmuje całość za wyjątkiem dwóch doświadczeń Nr. Nr. 32 i 35, które były niekompletne.

T A B. IV.

Opadanie krwinek w warunkach niedoboru tlenowego.

Blutkörperchensenkung bei Sauerstoffmangel.

Ilość przypadków <i>Zahl d. Exper.</i>	Zawartość O_2 % <i>Gehalt</i>	Zawartość CO_2 % <i>Gehalt</i>	Przyspieszenie opadania ilość przypadków <i>Beschleunigung d. Skg.</i> <i>Zahl d. Exper.</i>		
			1 h	2 h	3 h
5	8,03 — 9,84	0,20 — 0,78	5	4	4
6	10,07 — 14,75	0,02 — 0,84	3	5	4

Większa ilość przypadków wykazuje przyspieszenie sedymentacji przy spadku O_2 w granicach 8,03% — 9,84%, mniejsza natomiast przy spadku O_2 w granicach 10,07% — 14,75%. Reasumując wyniki omawianej grupy doświadczeń stwierdzić należy, że oddychanie przez krótki czas w warunkach niedoboru tlenowego wpływa przyspieszająco na opadanie krwinek.

Opadanie krwinek w warunkach oddychania powietrzem o zwiększonej ilości CO_2 i zmniejszonej ilości O_2 .

Wyniki opadu krwinek we wszystkich próbkach pobranych w spoczynku w czasie oddychania powietrzem atmosferycznym i w ostatniej minucie oddychania w systemie zamkniętym notowano jak w poprzednich grupach. Przesunięcie w czasie okresów sedymentacji pozwala wyodrębnić tu kilka pod-grup. Do

najbardziej charakterystycznych należy zaliczyć zgodnie z *Reichel'em* te wszystkie przypadki, w których sedimentacja jest wyraźnie zwolniona w próbce pobranej w okresie sinicy w stosunku do próbki pobranej w spoczynku. — W początkowych

T A B. V.

Zwolnienie opadania krwinek przy oddychaniu powietrzem o zmniejszonej ilości O_2 i zwiększonej ilości CO_2 .

Verlangsamung der Blutkörperchensenkung bei Atmung in Luft von verkleinertem O_2 - und vergrößertem CO_2 - Gehalte.

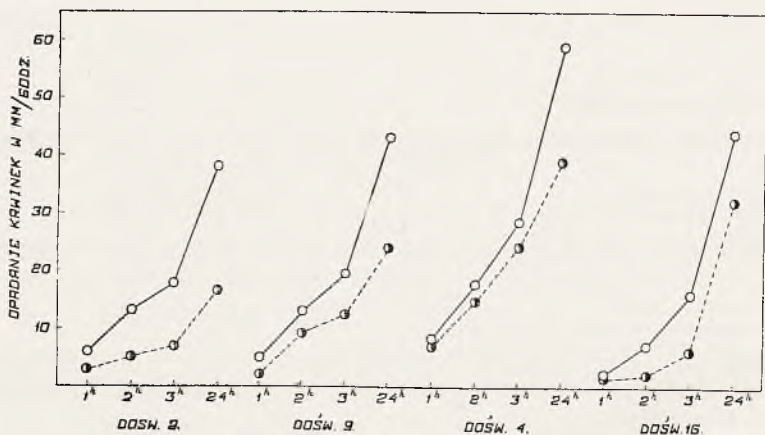
Nr. dośw. Nr. d. Exper.		O_2 %	CO_2 %	Opadanie krwinek <i>Blutkörperchensenkung</i>				Czerwone krwinki <i>Erythrocytenzahl</i>
				1 h	2 h	3 h	24 h	
2	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	6	13	18	38	—
	" " " "	12,52	6,65	3	5	7	16,6	6.100.000
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			50,0	61,5	61,1	56,3	—
3	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	19	39,5	52	—	5.300 000
	" " " "	6,66	9,11	15	26,5	30	—	—
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			21,1	32,9	42,3	—	—
4	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	8	18	28,5	59	4.250.000
	" " " "	6,11	9,03	7	15	24,8	39	—
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			12,5	16,6	13,0	33,9	—
8	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	7,5	18	27	52	5.012.000
	" " " "	6,03	8,50	3,5	12,5	22,5	51	—
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			53,3	30,6	16,7	1,9	—
9	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	5	13	19,5	43	5 500.000
	" " " "	7,85	8,69	2,5	9,3	12,5	24	—
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			50,0	28,5	35,9	44,2	—
15	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	27	33,2	35	50,2	5.466.000
	" " " "	5,77	8,81	4,5	10,5	16	41	5.900.000
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			83,3	68,4	54,3	18,3	—
19	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	3	8,5	12,2	—	5.366.000
	" " " "	5,11	7,78	1,2	4	9,2	—	6.280.000
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			60,0	52,9	24,9	—	—

doświadczeniach tej serii nie obliczano ilości czerwonych krwinek w próbce z okresu sinicy. W kilku doświadczeniach poniższej tabeli figuruje tylko ilość krwinek w próbce spoczynkowej.

Tab. V. obejmuje przypadki zwolnienia opadania przy oddychaniu powietrzem w przestrzeni zamkniętej w stosunku do sedymentacji przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym. Ilość krwinek czerwonych obliczano jak poprzednio — w komorze Bürker'a; we wszystkich tych przypadkach liczba krwinek w okresie duszności znacznie przewyższa ilość w spoczynku. W myśl założeń *Reichel'a* zjawisko to w wydatnej mierze przyczynia się do zwolnienia sedymentacji.

W okresie preaglutynacji najmniejsza różnica w opadzie dochodziła do 12,50%, — największa do 83,34% wartości spoczynkowej. W okresie aglutynacji zwolnienie jest nieco mniejsze, bo zawiera się w granicach 16,67% — 68,98% w stosunku do wartości spoczynkowej, w okresie hamowania: najmniejsze zwolnienie 1,93%, największe 56,67%. Zwolnienie opadania krwinek obserwujemy we wszystkich okresach.

Porównanie wyników badań próbek powietrza w systemie zamkniętym w okresie duszności i w spoczynku wykazuje bardzo znaczne różnice zawartości O_2 i CO_2 . W pewnej proporcji do wzrostu CO_2 w powietrzu przestrzeni zamkniętej, prawdopo-



Rys. 4. Zwolnienie opadania krwinek (-----) przy oddychaniu powietrzem o zmniejszonej ilości O_2 i zwiększonej ilości CO_2 , (————) opadanie krwinek przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym.

Abb. 4. Verlangsamung d. Skg. (-----) bei Atmung in Luft von verkleinertem O_2 - und vergrößertem CO_2 -Gehalte, (————) Blutkörperchensenkung bei Atmung in atmosphärischer Luft.

dobnie wzrasta zawartość dwutlenku węgla i we krwi. Zgodnie z wynikami *Reichel'a* stwierdzono, że zwiększona ilość CO₂ we krwi wydatnie wpływa na zwolnienie sedymentacji. Na zmiany we krwi nie pozostaje bez wpływu równoczesny spadek zawartości tlenu; zawartość O₂ w powietrzu wdychowym w niektórych doświadczeniach obniża się dwu- a nawet trzykrotnie przy równoczesnym trzy- lub czterokrotnym wzroście CO₂.

T A B. VI.

Zwolnienie opadania krwinek w okresie preaglutynacji i aglutynacji przy oddychaniu powietrzem o zmniejszonej ilości O₂ i zwiększonej ilości CO₂.

Verlangsamung der Blutkörperchensenkung im Präagglutinations- und Agglutinationsstadium bei Atmung in Luft von verkleinertem O₂- und vergrößertem CO₂-Gehalte.

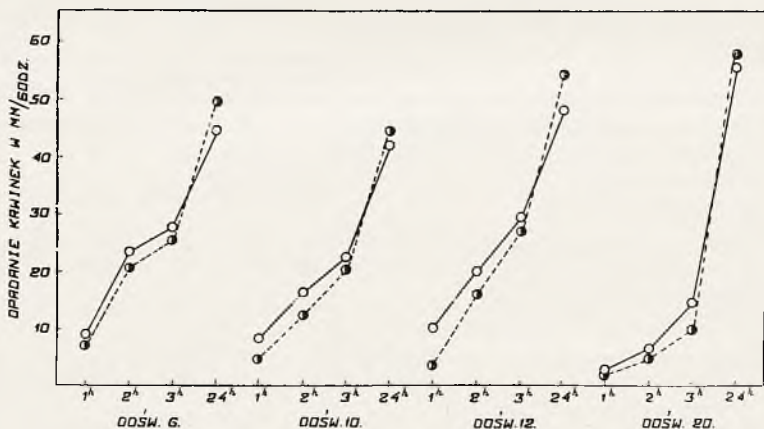
Nr. dośw. Nr. d. Exper.		O ₂ %	CO ₂ %	Opadanie krwinek Blutkörperchensenkung				Czerwone krwinki Erythrocytenzahl
				1 h	2 h	3 h	24 h	
6	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	9	23	27	44	5.585.000
	" " " " "	6,63	8,61	7	20,5	25	49	—
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			22,2	10,9	7,4	przysp.	—
7	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	19	22	26	36	4.860.000
	" " " " "	5,79	7,52	12	16	23	52	—
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			36,8	27,3	11,5	przysp.	—
10	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	8	16	22	42	—
	" " " " "	9,14	7,26	4,5	12	20	44	5.333.000
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			43,7	25,0	16,7	przysp.	—
12	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	10	20	27	48	4.575.000
	" " " " "	—	—	3,5	16	29	54	—
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			65,0	20,0	przysp.	przysp.	—
20	Skład pow. wdech.— <i>Atmungsluft</i>	20,94	0,04	2,2	6	14	55	5.100.000
	" " " " "	9,23	7,06	1,5	4,5	9,5	57	5.400.000
	Zwolnienie opadu <i>Verlangsam. d. Skg.</i> %			31,8	25,0	32,1	przysp.	—

Wyraźne zwolnienie sedymentacji obserwuje się w dośw. Nr. Nr. 2, 4, 9, 16, (rys. 4). We wszystkich tych doświadcze-

niach zwolnienie zaznacza się nie tylko w okresie preaglutynacji lecz utrzymuje się w okresie szybkiego opadania jak również w okresie hamowania. W dwóch tylko przypadkach Nr. dośw. 8, 21, brak wyraźnego zwolnienia w okresie hamowania. Naogół jednak we wszystkich przytoczonych przypadkach występuje zwolnienie sedymentacji jako zjawisko typowe.

Tab. VI obejmuje grupę przypadków o nieco odmiennym przebiegu opadania krwinek, różnica ta zaznacza się w stadium hamowania we wszystkich prawie dośw. tej grupy. W pierwszej godz. opadanie jest bardziej zwolnione niż w następnych: w pierwszej godz. zwolnienie zawiera się w granicach 22,23% — 65% w stosunku do wartości w normie, w drugiej: — 10,87% — 27,28%, w trzeciej: poza jednym przypadkiem w którym przyśpieszenie sedymentacji doszło do 7,4%, we wszystkich innych obserwuje się opad zwolnione w granicach 7,41% — 32,15%.

Ilość czerwonych krwinek wzrasta w okresie sinicy prawie we wszystkich przypadkach.



Rys. 5. Zwolnienie opadania krwinek (-----) w okresie preaglutynacji i aglutynacji przy oddychaniu powietrzem o zmniejszonej ilości O_2 i zwiększonej ilości CO_2 , (————) opadanie krwinek przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym.

Abb. 5. Verlangsamung d. Skg. (-----) in Präagglutinations- und Agglutinationsstadium bei Atmung in Luft von verkleinertem O_2 - und vergrössertem CO_2 -Gehalte, (————) Blutkörperchensenkung bei Atmung in atmosphärischer Luft.

W okresie preaglutynacji i aglutynacji we wszystkich prawie przypadkach obserwujemy zwolnienie, natomiast w okresie hamowania część przypadków wykazuje przyśpieszenie opadania krwinek.

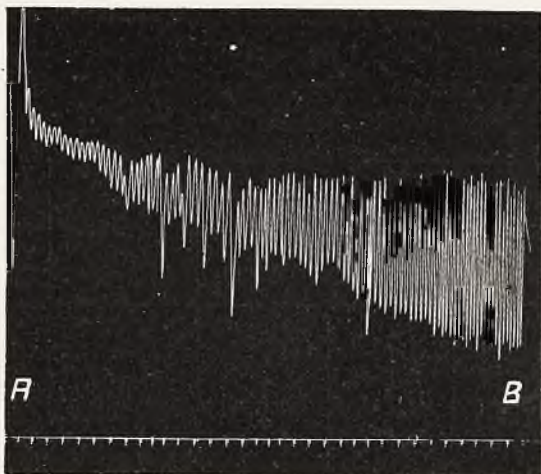
Opadanie krwinek przy oddychaniu powietrzem o zwiększonej ilości CO_2 i zmniejszonej ilości O_2 .

Beschleunigung der Blutkörperchensenkung bei Atmung in Luft von vergrössertem CO_2 - und verkleinertem O_2 - Gehalte.

Ilość przyp. Zahl d. Exper.	Zawartość O_2 % Gehalt	Zwolnienie opad. ilość przyp. Verlangsam. d. Skg. Zahl d. Exper.			Ilość przyp. Zahl d. Exper.	Zawartość CO_2 % Gehalt	Zwolnienie opad. ilość przyp. Verlangsam. d. Skg. Zahl d. Exper.		
		1 h	2 h	3 h			1 h	2 h	3 h
2	12,52 — 11,31	1	1	2	7	6,62 — 7,78	6	6	7
6	9,25 — 7,85	5	5	4	9	8,06 — 8,81	8	6	4
13	6,80 — 4,05	13	11	9	5	9,03 — 10,13	5	6	5

Spadek tlenu przy oddychaniu powietrzem o zwiększonej ilości CO_2 i zmniejszonej ilości O_2 dochodzi do znacznie niższych cyfr niż przy oddychaniu w warunkach niedoboru tlenowego (pierwsza grupa). Zwiększone pochłanianie tlenu pozostaje w ścisłej łączności z dużą zawartością CO_2 w atmosferze oddechowej w drugiej grupie doświadczeń (duża ilość CO_2 — mała ilość O_2). Najniższa zawartość O_2 w powietrzu oddechowym grupy badań w warunkach niedoboru tlenowego dochodziła do 8,03%. Poniżej tej granicy w grupie badań nad sedymentacją przy oddychaniu powietrzem o zwiększonej ilości CO_2 i zmniejszonej O_2 zawiera się większość przypadków. Sedymentacja erytrocytów jest we wszystkich przypadkach zwolniona, nawet w tych, w których ilość O_2 jest wyższa niż 8,03%. Przypuszczać więc można, że pośrednią przyczyną zwolnienia sedymentacji jest wysoki stopień zawartości CO_2 w tych dośw. jak również zwiększona ilość czerwonych krwinek; zawartość CO_2 w stosunku do poprzedniej grupy jest niewspółmierna — kiedy tam najwyższy procent zawartości CO_2 dochodził do 0,84% to tutaj zawartość CO_2 wynosi 10,13%.

Rys. 6 ilustruje nam przebieg doświadczenia w warunkach oddychania w systemie zamkniętym bez filtru pochłaniającego CO_2 . Doświadczenie rozpoczynano w pkt. A, — gdy objętość powietrza w aparacie wynosiła 7 ltr. W okresie największej duszności pkt. B, pobrano próbkę krwi na opad i próbkę powietrza wdechowego. W porównaniu z poprzednim wykresem (rys. 3) obserwujemy w pkt. B przyspieszenie rytmu



Rys. 6. Spirogram gr. II przy oddychaniu powietrzem o zmniejszającej się ilości O_2 i zwiększającej się ilości CO_2 . A — początek dośw., B — pobranie próbek powietrza wdechowego i krwi.

Abb. 6. Spirogramm d. II Gruppe bei Atmung in Luft sich verkleinerndem O_2 - und sich vergrößerndem CO_2 -Gehalte. A — Anfang d. Versuches, B — Entnahme der Blutprobe und Atmungsluftprobe.

i zwiększenie amplitudy. Skład powietrza wdechowego w okresie duszności zawierał się w poszczególnych dośw. w granicach: O_2 — 12,52%—4,05%, CO_2 6,62%—10,13%.

OMÓWIENIE WYNIKÓW.

Całokształt uzyskanego materiału w badaniach nad sedymentacją pozwolił na określenie, jaki wpływ wywiera skład powietrza oddechowego na opadanie krwinek. Opadanie krwinek badano w grupie I-iej — w warunkach niedoboru tlenowego, i w grupie II-iej — przy oddychaniu powietrzem o obniżonej zawartości O_2 i zwiększonej ilości CO_2 . Tak przewidziane grupy badań miały na celu zorientowanie nas w kierunku wpływu niedotlenienia, poza tym miały nam określić, który z czynników: zmniejszona ilość O_2 czy też zwiększona ilość CO_2 (przy małej ilości tlenu) wywiera wpływ dominujący.

W I-iej grupie doświadczeń najniższa zawartość O_2 w powietrzu wdechowym wynosi 8,03% — najwyższa 14,75%, ilość CO_2 w atmosferze oddechowej zawiera się w granicach 0,02%—

0,84%. Sedymentacja we wszystkich prawie przypadkach tej grupy ulega przyspieszeniu. Przyspieszenie opadania stoi w ścisłej zależności — poza innymi czynnikami ujętymi w różnych teoriach opadania, — od ilości absolutnej czerwonych ciałek krwi w danych próbkach. We wszystkich przypadkach stwierdzono po krótkim okresie oddychania w warunkach niedoboru tlenowego, zmniejszoną ilość czerwonych krwinek (z 6.400.000—4.600.000 na 5.800.000 — 4.150.500). Należy sądzić, że opisane zmniejszenie liczby czerwonych krwinek zamiast poliglobulii, zazwyczaj występującej w warunkach niedotlenienia krwi, wiąże się ze zbyt krótkim czasem trwania doświadczenia, niewystarczającym do wywołania normalnej reakcji wyrównawczej.

Na przyspieszenie sedymentacji wpływają również inne czynniki, jak wykazały badania *Marczewskiego*. Obserwował on po pierwszych 10 godz. przebywania królików w komorze niskich ciśnień przyspieszenie opadania krwinek przy powolnie rozwijającej się poliglobulii wysokościowej.

Zachowanie się opadania krwinek badał również *E. Scala* w warunkach obniżonego ciśnienia barometrycznego i obniżonej temperatury do -5°C i stwierdził przyspieszenie sedymentacji. Niska temperatura w tych badaniach mogła wpłynąć ujemnie na odczyn przystosowania się do obniżonego ciśnienia barometrycznego.

Wyniki niniejszych badań zgodne są z wynikami badań *Marczewskiego*, który obserwował w okresie przejścia badanych królików z komory niskich ciśnień do oddychania w warunkach normalnych przyspieszenie sedymentacji z równoczesnym zmniejszeniem ilości czerwonych krwinek.

Dalszy ciąg niniejszych badań miał na celu wyjaśnienie, jak zachowuje się opadanie krwinek przy obniżonej ilości O_2 i zwiększonej ilości CO_2 w atmosferze oddechowej. Stwierdzono, że we wszystkich przypadkach, w których ilość CO_2 w powietrzu wdychanym zawierała się w granicach 6,62% — 10,13%, a ilość O_2 12,52% — 4,05% sedymentacja ulegała zwolnieniu. Bezpośredniej przyczyny zwolnienia opadania należy szukać w zwiększeniu ilości czerwonych krwinek. Biorąc pod uwagę fakt, że w pierwszej serii doświadczeń, krótkotrwały niedobór tlenowy nie wywoływał zjawiska poliglobulii, a przeciwnie wpłynął nawet w kierunku zmniejszenia ilości krwinek czerwonych, należy przypuszczać, że decydującym czynnikiem we wzroście

poliglobulii omawianej grupy doświadczeń okazał się nadmiar CO_2 w ustroju. Wzrost ilości CO_2 w powietrzu wdechowym do 10.13%, pomimo wzmożonej jednocześnie wentylacji, niewątpliwie powodował podniesienie prężności CO_2 we krwi ze wszystkimi następstwami w postaci pewnego zakwaszenia krwi, wzmożenia napięcia ośrodka oddechowego i zmian regulacji naczynioruchowej.

Stwierdzone zwiększenie ilości krwinek czerwonych tłumaczy się postępowaniem ich do krwiobiegu z wielkich naczyń jamy brzusznej — okolicy nerwu trzewnego, kurczącej się śledziony. Zjawiskom powyższym sprzyja stan pobudzenia układu współczulnego oraz zwiększone wydalanie adrenaliny do krwiobiegu. Wzrost liczby krwinek jest więc głównym czynnikiem zwalniającym zjawiska sedymentacji. Powyższy wpływ dwutlenku węgla został również podkreślony w pracy *Reichel'a*.

Zwiększona ilość krwinek nie jest jednakże jedynym czynnikiem, wpływającym na zwolnienie sedymentacji, prawdopodobnie odgrywają również rolę zechodzące tu zmiany w stanie koloidalnym białka, w stopniu lepkości i inne. Jak duża jest różnorodność czynników zmieniających sedymentację wskazują badania *K. Backmund'a*, który zaobserwował u ludzi w górach zwolnienie sedymentacji, bez równoczesnego zwiększenia liczby czerwonych krwinek.

Stwierdzone w niniejszych badaniach powiększenie liczby czerwonych krwinek (przy oddychaniu powietrzem o zwiększonej ilości CO_2 i zmniejszonej ilości O_2) i zwolnienie ich opadania zgodne jest z wynikami badań *Marczewskiego*, który obserwował po upływie 3 tygodni pobytu w komorze niskich ciśnień zwolnienie sedymentacji przy jednoczesnym wzroście ilości czerwonych krwinek do 9 milj. Należy przypuszczać, że w niniejszych badaniach ze względu na krótki czas trwania doświadczeń (2,5'—6') i szybko następujące zmiany w składzie powietrza wdechowego, zwiększenie zawartości CO_2 wydaje się odgrywać główną rolę w uruchomieniu dodatkowych ilości czerwonych krwinek w krążeniu obwodowym, wraz z towarzyszącym tym zjawiskom zwolnieniem szybkości opadania.

WNIOSKI.

1. Opadanie krwinek przy oddychaniu powietrzem atmosferycznym badane met. *Reichela* zawiera się w granicach normy: 2—10 mm na godz.

2. Oddychanie w systemie zamkniętym powietrzem o małej ilości CO_2 (0,02% — 0,84%) i zmniejszonej ilości O_2 (14,75%—8,03%) powoduje:

- a) przyśpieszenie opadania krwinek,
- b) zmniejszenie ilości czerwonych ciałek krwi w kapilarach.

3. Oddychanie w systemie zamkniętym przy stale gromadzącym się CO_2 (6,62%—10,13%) i stałym ubytku O_2 (12,52%—4,05%) powoduje:

- a) zwolnienie opadania krwinek,
- b) zwiększenie ilości czerwonych ciałek krwi w kapilarach.

Na tym miejscu składam gorące podziękowanie JW Panu Doc. Dr. Wł. Missiuro za łaskawe umożliwienie mi przeprowadzenia powyższych badań, za wartościowe wskazówki i przychylnie kierownictwo w pracy.

P I Ś M I E N N I C T W O.

- Abderhalden*, Handb. d. biol. Arbeitsmeth. IV (1409—1416) 1927.
Bendien, Neuberg u. Snapper. Biochem. Z. 247 (306) 1932.
Fähreus, R. The suspension stability of the Blood, Stockholm 1921.
Fähreus, R. Biochem. Z. 89 (335) 1918.
Höber wg *Bethe*. 6. Zesz 1 (656) 1928.
Loewy, A. Klin. Woch. (13) 1934.
Marczewski, S. Polski Przegl. Med. Lotn. VII (1) 1938.
Reichel, H. Blutkörperchensenkung, Wien 1936.
Roger, H. et Binet. Sc. de Biol., 24 oct. 1925. XLIII, p. 1002.
Scala, E. Raccolta di publicationi scient. d. Inst. Med. Leg. per l'Aeronautica, IV, 1932.
Westergren, Theorell u. Widström. Z. exp. Med. 75 (668) 1931.
Yamamoto cyt. wg *Berichte* 64 (510) 1932.
v. Zárday u. v. Farkas. Z. exp. Med. 78 (367) 1931.

(Zakład Psychologii Doświadczalnej i Psychotechniki Centralnego Instytutu Wychowania Fizycznego im. Pierwszego Marszałka Polski Józefa Piłsudskiego. Kierownik Prof. Dr. Stefan Baley).

E. Rybicka i J. Jopkiewicz.

BADANIA EKSPERYMENTALNE PROCESU UCZENIA SIĘ RUCHOWEGO.

Experimental investigations of the proces of motor learning.

Wpłynęło 12 maja 1938.

Our investigations consisted of two experiments. In the first the persons examined had to learn how to throw a ball towards a fixed goal. The experiment was arranged as shown by fotos nr. 1 and nr. 2 (p. 58, 59), as well as by figure 1 (p. 57). In the second how to learn rolling a ball in such a manner as to let it get back to a certain point after knocking against a wall. (See fotos nr. 3 and nr. 4 as well as fig. 2 (p. 62, 60).

The aim of these experiments was to investigate the process of motor learning in more complicated situations. 92 persons in all were examined. In the present study the results in a group of 12 children (6 boys and 6 girls) from the VIIth school grade (it is the last year of the elementary school in Poland) were considered in detail. 14,7 was the median age in this group.

In the analysis of the results the vigour as well as the direction of the throw was taken into consideration and the acquired skill judged according to the number of correct throws and the magnitude of errors.

The most important results are the following:

1. The process of acquiring skill in the sphere of the psychomotor functions has in general a rather slow and irregular course. Therefore a comparison of possibly long time periods gives the best picture of the process. (See fig. 3, 4, 5, 6, page 66, 67).
2. In a high percent of cases (about 50%) the acquisition of skill does not progress systematically from day to day but shows considerable oscillations, a „leaping” character.
3. By motor learning (in our experiments) the „law of reversion” proves true, i. e. persons who begin to practise with greater skill from the start gain less by practising, than persons whose first performance shows a lower level.
4. The accomplishments of boys, both at the beginning and at the end, are constatly higher than those of girls. (See fig. 7, 8 page 72, 73).
5. In acquiring skill boys chiefly show a rising number of accurate throws while girls a diminishment of the mean errors.
6. The throws of boys are in general too weak and those of girls — on the contrary — too strong. This fact may be probably accounted for by the tendency to compensation.
7. The rate of skill acquisition in the vigour of throws is largely independent of the rate of skill acquisition in their direction. The rate of acquisition of skill in one experiment does not show any consistency with the corresponding process in the other experiment. (The law of specificity of exercise).
8. A considerable percentage of errors consist in the so called complex errors, of the character of perseveration or else of compensation. Perseveration is revealed in this way, that after a false throw there appears immediately another false throw and both show conformity either in direction or in strength. On the other hand there exists in compensation an inconsistency of errors following each other immediately.

9. In the first as well as in the second experiment certain persons show the predominance of the tendency to perseveration or else to compensation. Most persons do not reveal the same tendency in both experiments.

These conclusions are only provisional as they are based upon the results of but a part of the persons examined. The study of the complete material, would make possible the verification of the above statements and the finding of certain laws of development.

I. PROBLEM.

Problem uczenia się psychomotorycznego jest problemem doniosłym nie tylko z punktu widzenia teoretycznego, ale i praktycznego, zwłaszcza o ile idzie o wychowanie fizyczne. Stąd też ilość prac, zajmujących się w najrozmaitszy sposób tym problemem i podchodzących do niego z różnych stron, wzrasta stale. Oprócz autorów, którzy zajmują się tą sprawą w sposób ogólny, znamy kilku badających specjalnie pewne wybrane zagadnienia szczegółowe, jak np. zagadnienie uczenia się rzutów, strzelania do celu itp.

Podstawową pracą, do której wraca większość autorów, jest książka *Kerna* p. t. „Wirkungsformen der Übung”. Autor nie tylko zestawił literaturę przedmiotu do roku 1930, lecz przeprowadził również własne rozległe badania, które miały za zadanie ustalenie podstawowych praw ćwiczenia się. Jak wynika z naszych dalszych wywodów i nasze badania zdają się potwierdzać częściowo niektóre tezy *Kerna*, jak np. konieczność porównywania długich okresów ćwiczenia, wobec powolnego postępu nabywania wprawy w zakresie prostych funkcji psychomotorycznych (*Kern* stosował test punktowania). Do podobnych wniosków, o ile idzie o tempo nabywania wprawy, doszła również *Johnson* w swej „Child Psychology”; autorka uważa, że proste funkcje psychomotoryczne są już wyćwiczone w życiu, tak, iż psycholog styka się z końcową fazą procesu uczenia się. Krzywe uzyskane w eksperymentach są wobec tego jakgdyby zakończeniem normalnej krzywej uczenia się.

Indywidualnymi różnicami w trakcie uczenia się, które w naszej pracy odgrywały dużą rolę, zajmował się *Feige* w pracy p. t. „Präzisionleistungen menschlicher Motorik”.

Stosunkiem wyniku początkowego do stopnia osiągniętej wprawy, z którym to problemem spotkaliśmy się również w naszej pracy, zajmowali się specjalnie *Argelander* i *Czernikow*. Autorzy ci formułują t. zw. prawo odwrotności, które głosi, że wzrost wprawy jest odwrotnie proporcjonalny do wyniku osiąganego na początku ćwiczenia. Innego nieco zdania jest *Kern*, który zmiany wzrostu wprawy wiąże raczej z różnicami wieku, niż z różnicami wyczynów początkowych. A mianowicie według niego najszybciej uczą się najmłodszy, najwolniej — dorośli, już wyćwiczony w życiu. Najmłodszy mają przy tym najgorszy wynik początkowy, najstarszy — najlepszy.

Pracą zbliżoną do naszej jest rozprawa *Stimpel'a* p. t. „Der Wurf”. Autor badał za pomocą bardzo precyzyjnego urządzenia czynniki, składające się na końcowy wynik wyczynu psychomotorycznego, jakim jest trafienie kulą do celu. Autor, który jest uczniem *Krüger'a*, uważa rzut za pewną całość, postać motoryczną. Składają się na nią różne czynniki przede wszystkim zaś kierunek i siła rzutu. Poza próbami, zbliżonymi do naszych, przeprowadził *Stimpel* również interesującą analizę introspekcyjną, rzucającą światło na wpływ wewnętrznego nastawienia osoby badanej na wynik próby.

Badania nasze miały za zadanie poznanie procesu uczenia się psychomotorycznego w zakresie rzutów i toczenia kuli. Ruchy te uważaliśmy za szczególnie ważne, gdyż są one podstawowymi w dużej ilości gier i zabaw ruchowych młodzieży (np. krokiet, piłka koszykowa, palant, gra w „klasy” itp.).

Szło nam przy tym nie tyle o globalny postęp uczenia się w zależności od zużytego czasu, ile raczej o wzajemny stosunek poszczególnych momentów, które w procesie uczenia się odgrywają rolę, warunkując wspólnie jego efekt. Wyjaśnimy zaraz bliżej, co mieliśmy na myśli. Trafność rzutu do pewnego celu uwarunkowana jest zarówno siłą rzutu jak też jego kierunkiem. Niecelność rzutu może pochodzić albo stąd, iż rzucający użył zbyt dużej czy też zbyt małej siły, albo też stąd, iż zmylił kierunek rzutu. Przy zwykłych rzutach do celu osoby rzucające nie biorą zazwyczaj pod uwagę oddzielnie obu tych momentów, które splatają się w całość w jednym wspólnym wysiłku. Inaczej natomiast przedstawia się rzecz w pewnych warunkach specjalnych, bardziej skomplikowanych, a więc np. wtedy, kiedy od

osoby rzucającej zażądamy, aby przy rzucie nie tylko starała się trafić w określone miejsce, lecz ponadto tak odmierzyła się rzutu, aby przedmiot rzucony (np. piłka) po odbiciu wrócił na pewne określone miejsce. W tym wypadku następuje wyraźniejsze odzielenie momentu siły i momentu kierunku przy rzucie. Takie właśnie wypadki mieliśmy na oku w naszych badaniach. Chcieliśmy stwierdzić, jaki jest wzajemny stosunek obu tych momentów w przebiegu uczenia się. A więc czy np. postęp uczenia się dokonuje się równomiernie w zakresie obu momentów, czy też przeciwnie, będziemy tu mieli do czynienia z dwoma oddzielnymi poniekąd procesami uczenia się, dalej czy zachodzą tu jakie różnice indywidualne itd. Badanie wypadków prostszych, w których zadanie uczącego się polegało jedynie na trafieniu do pewnego celu, traktowaliśmy jako wstęp do scharakteryzowanych powyżej skomplikowanych sytuacji.

Przy sposobności mieliśmy zamiar przekonać się czy i w jakim stopniu znajdą potwierdzenie formułowane przez wielu autorów prawa uczenia się ruchowego, podawane jednak przez innych w wątpliwość.

Badania nasze zakrojone były na większą skalę i doprowadziły do nagromadzenia obfitego eksperymentalnego materiału, jakkolwiek nie udało się nam przeprowadzić doświadczeń we wszelkich formach początkowo przez nas zamierzonych. Środki i czas, które mieliśmy do dyspozycji, pozwoliły nam niestety na opracowanie jedynie drobnej części zebranego materiału; uważamy jednak za stosowne ogłosić te częściowe rezultaty, nie wiedząc czy i kiedy będziemy mieli możliwość opracować szczegółowo całość.

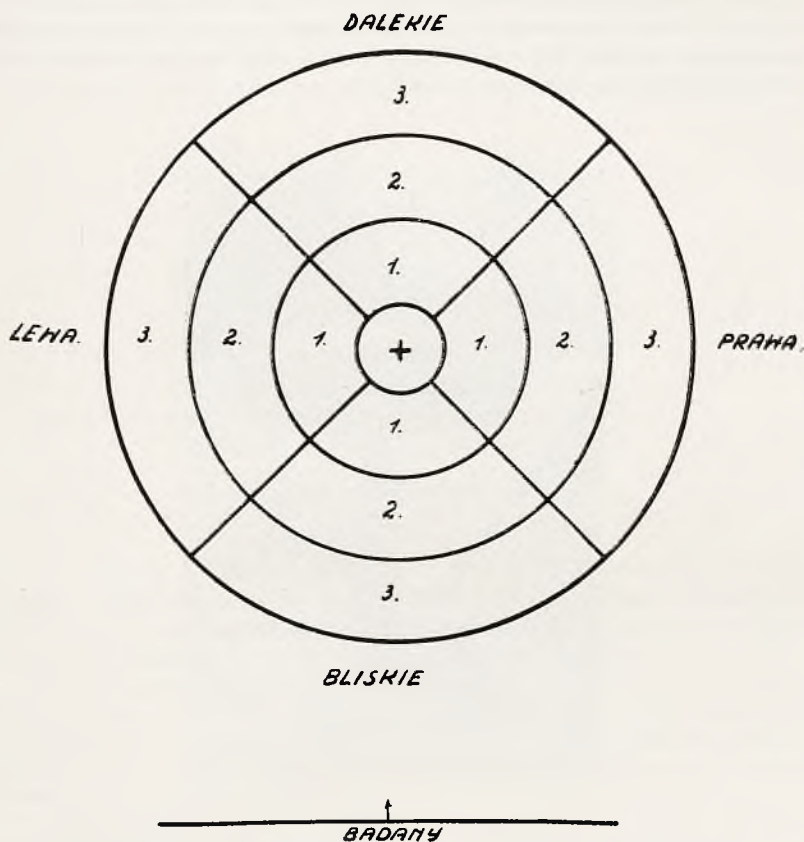
Badania zostały przeprowadzone z inicjatywy i pod kierownictwem prof. Baleya.

II. PRZEBIEG BADAŃ.

W myśl tego, co powiedziane było powyżej, przystąpimy teraz do opisu dwóch eksperymentów: jednego — prostszego, będącego niejako eksperymentem wstępnym a polegającego na rzucaniu kulki do celu oraz drugiego bardziej skomplikowanego, a ułatwiającego śledzenie stosunku wzrastania wprawy w zakresie kierunku rzutu do wprawy w zakresie siły. Ten drugi ekspe-

ryment polegał na toczeniu kuli po podłodze w pewien określony sposób, który później bliżej opiszemy (eksperyment „bile”).

Badania przeprowadzano od stycznia do czerwca 1936 r. w Zakładzie Psychologicznym CIWF, w specjalnie do tego celu urządzonej sali badań.



Rys. 1. Schemat urządzenia do eksperymentu „rzucanie do celu”.
Fig. 1. Scheme of the arrangement for the experiment „throw a ball towards a fixed goal”.

1. Opis eksperymentów.

Eksperyment „rzucanie do celu”.

Eksperyment prostszy polega na uczeniu się przez badanego rzucania do celu, ustawionego poziomo. Cel ten stanowi pudło z dykty, w kształcie koła o średnicy 70 cm i wysokości 5 cm, podzielone na 4 koła koncentrycz-

ne. Koło środkowe było celem, do którego osoby badane miały za zadanie trafić. Średnica tego koła, jak również odległość między następnymi okręgami kół współśrodkowych wynosiła po 10 cm. Całe koło, z wyłączeniem przegródki środkowej (cel), podzielone nadto zostało na cztery ćwiartki (patrz rys. 1). Całe pudło, a więc dno jego oraz ścianki wszystkich przegródek, wysłane było czarnym sukniem, co głuszyło stuk wywoływany rzucaniem i zmniejszało siłę odbicia. Kant środkowego koła dla lepszego uwidocznienia celu obrysowany był białą kredą. Pudło to umieszczono na drewnianym stojaku, którego wysokość można było dowolnie zmieniać według podziałki centymetrowej (patrz fot. 1).



Fot. 1. Przyrząd do eksperymentu „rzucanie do celu”.

Fot. 1. Experiment: „Throw a ball towards a fixed goal”.

Do rzucania służyła mała kulka porcelanowa, nieszlifowana, barwy szarej, o średnicy 10 mm.

Warunki, ustalone do przeprowadzania opisanego eksperymentu, inne były dla dorosłych, a inne dla dzieci. Wysokość, na której umieszczane było pudło, wynosiła dla dorosłych 80 cm, dla dzieci 50 cm, licząc od podłogi. Miejsce, skąd badany miał rzucać do celu, oznaczone było kredą na podłodze. Odległość od środka koła do tego miejsca wynosiła dla dorosłych 2 m, dla dzieci 1 m 50 cm.

Przed rozpoczęciem eksperymentu badający podawał badanemu instrukcję ustną, która brzmiała następująco: „Zadanie twoje (Pana(i)) będzie polegało na uczeniu się rzucania trafnie do celu, którym jest środkowy krążek tego oto pudła, oznaczony białym brzegiem (pokazywano krążek). Proszę więc stań (niech Pan(i) stanie) za tą linią, weź (weźmie) kulkę w prawą rękę i zacznij (zacznie) rzucać. Pamiętaj, że masz się starać rzucać celnie”. Poza tym żadnych wskazówek, dotyczących sposobu rzucania czy postawy, badany nie otrzymywał. Rzucanie następowało seriami. Serię stanowiły wszystkie rzuty, wykonywane kolejno od przerwy do przerwy. Wszystkie serie, wykonane w ciągu dnia, stanowią grupę dzienną rzutów.



Fot. 2. Moment wyrzutu kulki do pudła.

Fot. 2. Experiment: „Throw a ball towards a fixed goal”.

Mierzono przy pomocy stopera i zapisywano w protokóle badań czas trwania każdej serii rzutów. Między poszczególnymi seriami następowały przerwy od 5. do 15 minut. O długości przerw decydowały warunki techniczne badań, przestrzegano tylko, by przerwa nie trwała krócej niż 5 minut.

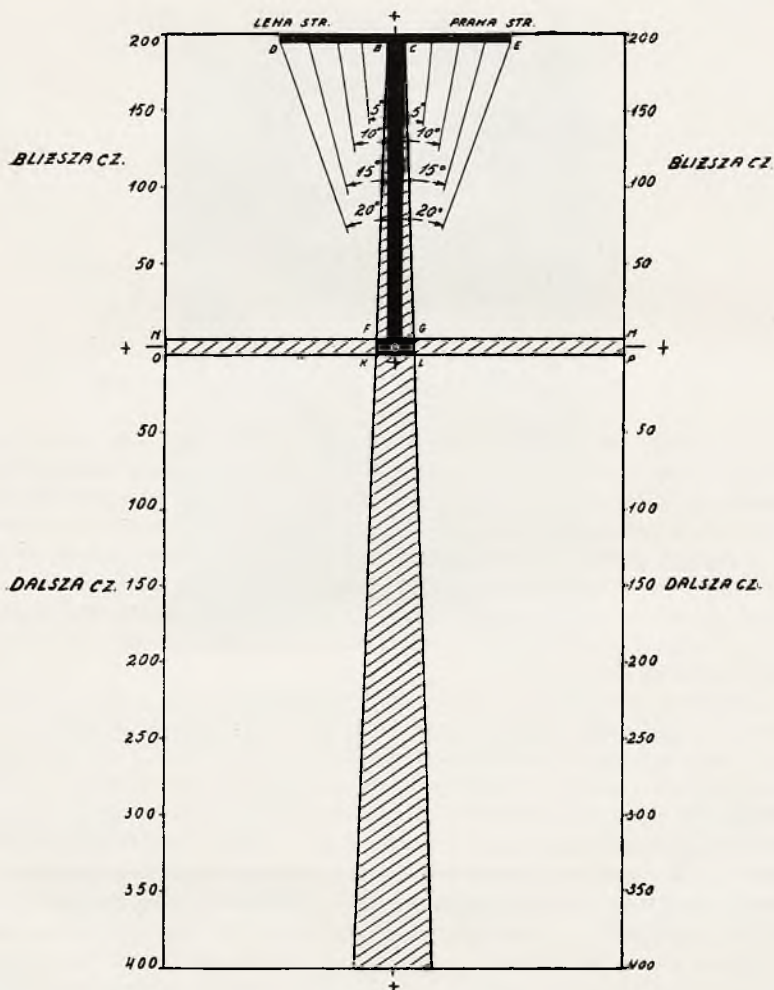
Podczas próby eksperymentator stał przy pudle z lewej strony względem badanego i każdorazowo podawał lub odrzucał mu kulkę. Prócz tego liczył on głośno ilość rzutów dobrych, i dyktował protokółującemu kolejno rzuty trafne i błędy. Osoba protokółująca siedziała po drugiej stronie pudła, zdaleka od przyrzędu.

Wyniki zapisywano na specjalnych schematach. Przy ocenie wyników za trafny rzut uznawano wrzucenie kulki do środka, natomiast błędy notowano podając numer pierścienia (licząc od środka: 1, 2, 3), oraz ćwiartkę, w którą kulka upadła. Położenie pudła w stosunku do badanego i układ ćwiartek przedstawia rysunek 1. Z rysunku widać, że rzuty mogły być za bliskie („b”), za dalekie („d”), prawe („p”) i lewe („l”) względem koła środkowego, licząc od badanego. Uderzenie kulki o kant któregoś koła liczone zawsze na korzyść badanego. Fot. 2 przedstawia moment wyrzutu kulki do pudła.

Eksperyment „bile”.

W drugim, bardziej skomplikowanym eksperymentcie, który będziemy nazywać eksperymentem „bile” badany ma za zadanie toczenie kuli do

określonego celu po wyznaczonej z góry drodze tak, by kula po odbiciu zatrzymała się w określonym miejscu. Urządzenie do badania składa się z poziomej podłogi cementowej, gładzonej, o powierzchni 3×6 m. Z jednego krótszego boku wpuszczona jest w tę podłogę pionowa, gładka deska, na środku której przyklepiona jest czarna warstwa gumowa, grubości 1 cm, długa 1 m 50 cm, mająca na celu głuszenie uderzeń kuli i ułatwianie jej odbicia. Na podłodze wyznaczony jest kredą tor szerokości 10 cm, po którym badany ma toczyć kulę i skala, według której określa się rzuty błędne. Badany stoi w odległości 2 m od deski, na środku podłogi (na schemacie oznaczone + koło linii KL). Rys. 2 przedstawia w rzucie pionowym całe urządzenie.



Rys. 2. Schemat urządzenia do eksperymentu „bile”.

Fig. 2. Scheme of the experiment „ball”.

Objaśnienie rysunku: trapez „o” jest miejscem wyjściowym kuli i w nim kula powinna się zatrzymać po odbiciu się o warstwę gumową na odcinku BC. Przy pomocy skali wyznacza się miejsce odbicia i zatrzymania kuli. Na powierzchni gumowej DE białą kredą wyznaczone są odległości odpowiadające kątom, które mierzą odbicie kuli. Kąty są mierzone od osi toru na prawo i lewo względem badanego, co 5 stopni. Każde odbicie kuli zapisywano, notując kierunek („l” — lewy „p” — prawy) oraz kąt odbicia kuli. Przy pomocy skali wyznaczonej na obu dłuższych krawędziach podłogi, oznaczano miejsce zatrzymania się kuli, przy czym za pas zerowy przyjęto prostokąt MNOP, zawierający w środku trapez „o”. Odległość od pasa zerowego mierzono w centymetrach, oznaczając, czy odchylenie było w części przyrządu bliższej (rzut zbyt słaby), czy dalszej (rzut zbyt silny) od linii odbicia, licząc od badanego. Gdy kula zatrzymywała się wewnątrz trapezu „o”, uznawano rzut za zupełnie dobry. O ile kula zatrzymywała się wewnątrz pasa zerowego, ale poza trapezem „o”, siłę rzutu uznawano za dobrą, kierunek zaś za błędny. O ile zaś kula zatrzymywała się na torze BCFG, ale poza trapezem „o” (FGKL), kierunek rzutu uznawano za trafny, a siłę rzutu za zbyt małą. Linie BF i CG nie są równoległymi, gdyż kula, która toczyła się prawidłowo po torze szerokości 10 cm i odbiła się w punkcie B lub C, wróci już nie po tym samym torze, lecz bieg jej odchyli się na lewo lub prawo, nie dalej jednak, niż to wyznacza tor BCFG (w przypadku dokładnie poziomej podłogi)¹⁾.

Wyniki poszczególnych osób notowane były według powyższych zasad na specjalnych schematach.

Rozpoczynając badanie, eksperymentator dawał badanemu kulę galitową, średnicy 4,6 cm, podając następującą instrukcję: Zadanie twoje (Pana(i) będzie polegało na toczeniu kuli z tego trapezu (pokazywano trapez „o”) wzdłuż tego toru (pokazywano tor szerok. 10 cm) tak, by kula po odbiciu się o powierzchnię gumową wewnątrz białego prostokąta (pokazywano prostokąt o szerokości BC narysowany kredą) wróciła po torze (pokazywano tor BCKL) i zatrzymała się w trapezie „o”. Postawa przy rzucie jest zupełnie dowolna, jak również sposób trzymania kuli. Jeśli kula nie stanie w trapezie „o”, nie należy jej zatrzymywać, czekając, aż zatrzyma się sama. Chodzi w tej próbie o to, byś (by Pan(i)) jak najszybciej nauczył(a) się toczyć kulę tak, by po odbiciu zatrzymywała się wewnątrz trapezu „o”. Proszę zacząć rzucać, gdy powiem „już”.

Ponieważ celem badań było śledzenie procesu uczenia się, nie ustalano wspólnej dla wszystkich badanych postawy przy rzucie i jednego jakiegoś

¹⁾ Poza tym dodatkowo notowano kierunek zatrzymania się kuli: na lewo od toru BCFG, lub na prawo od tego toru, licząc od badanego. Chodziło w ten sposób o sprawdzenie, czy podłoga jest równa, co otrzymywano, zestawiając kolejno punkty odbicia kuli z miejscem jej zatrzymania. Z zestawienia tego okazało się, że podłoga nie jest dokładnie równa, nierówności te są jednak dość nieznaczne i można je było przy każdym rzucie przewidzieć z pewną dokładnością i uwzględnić przy zapisywaniu wyników. Przy wyciąganiu wniosków ostatecznych z naszych badań należy jednak pamiętać o niedokładnościach, jakie ten fakt za sobą pociągać musi.

sposobu trzymania kuli, chcąc mieć możliwość zaobserwowania, jakie postawy przyjmują badani samorzutnie. Staraliśmy się w czasie badania lub bezpośrednio po nim opisywać postawę badanego w trakcie rzutów i pozycję inne obserwacje, jakie się dały zebrać w czasie próby.



Fot. 3. Chwila po wyrzuceniu kulki w eksperymencie „bile”.

Fot. 3. Experiment „rall a ball”.



Fot. 4. Kulka w momencie zatrzymania (po odbiciu).

Fot. 4. Experiment „rall a ball”.

Poza zapisywaniem w sposób podany wyżej wyników prób i opisem postawy osoby badanej, mierzono przy pomocy stopera czas każdej serii rzutów.

2. Materiał badań.

Ponieważ, jak wspominaliśmy, celem eksperymentu było m. inn. zbadanie praw uczenia się ruchowego w zależności od wieku, badania obejmowały dzieci i dorosłych. Ogółem przebadano 92 osoby; każda z osób przerabiała oba eksperymenty. Aby sprawdzić, jak postępuje proces uczenia się ruchowego badano dzieci na następujących poziomach wieku: I, IV i VII klasa szko-

ły powszechnej — czyli w odstępach 3-ch lat nauczania powszechnego. Były to dzieci ze szkoły nr 21 na Zdobyczy Robotniczej (Bielany)¹). Ogółem przebadano w obu eksperymentach 43 dzieci. Poza tym poddano tym samym eksperymentom dorosłych, a mianowicie słuchaczy I-go roku CIWF—48 osób (26 kobiet i 22 mężczyzn). Niezależnie od powyższych badań, dla stwierdzenia, jak przebiega proces uczenia się ruchowego w ciągu dłuższego czasu, zorganizowano badania kontrolne w grupie, złożonej z 6 osób dorosłych (3 kobiety, 3 mężczyzn) z pośród słuchaczy I roku CIWF, którzy zgodzili się oba eksperymenty powtarzać przez cały miesiąc, co drugi dzień (dziennie po 2 serie prób 20-to rzutowych w eksperymencie „bile” i po 4 serie (50-cio rzutowe) w eksperymencie „rzucanie do celu”).

Opracowanie statystyczne całego materiału wymagałoby znacznie większych środków, aniżeli te, jakie mieliśmy do dyspozycji. Byliśmy wobec tego zmuszeni ograniczyć się tylko do pewnej części materiału, a mianowicie do grupy dzieci z VII klasy szkoły powszechnej. Grupa ta obejmuje 12 badanych, w tym 6 dziewcząt i 6 chłopców. Grupę tę wybraliśmy ze względu na jej największą jednolitość. Z klasy VII szkoły powszechnej wybrano dzieci zdolniejsze, aby uniknąć nierównomiernego rozszania zdolności, jakie zachodzi z reguły w tej klasie przez odejście do gimnazjów zdolniejszych dzieci z VI oddziału. Wiek dzieci obliczony na początku badań wynosi: dziewczynka nr 1 — 13;5, nr 2 — 14;1, nr 3 — 14;3, nr 4 — 14;10, nr 5 — 14;4, nr 6 — 14;7, chłopiec nr 7 — 14;6, nr 8 — 15;3, nr 9 — 14;11, nr 10 — 13;6, nr 11 — 15;11, nr 12 — 15;2. Mediana wieku tej grupy dzieci wynosi 14;7, dla dziewcząt — 14;4, dla chłopców — 15;1.

Każde dziecko było badane 6-ciokrotnie przy czym między jednym a drugim badaniem wprowadzono jednodniową przerwę. Wszystkie badania odbywały się przed południem. Po przeprowadzeniu szeregu badań próbnych, dla zorientowania się ile rzutów powinna liczyć jedna seria (od odpoczynku do odpoczynku) i ile serii rzutów należy dawać jednego dnia, wreszcie, jak długie należy stosować przerwy, ustalono dla eksperymentu „bile” serię, złożoną z 20 rzutów, a dziennie przeprowadzano po 3 serie,

¹) Kierownicze tej szkoły — p. Niemczykowej pragniemy na tym miejscu złożyć podziękowanie za jej przychylny stosunek do badań, który umożliwił ich przeprowadzenie.

dla eksperymentu „rzucanie do celu”, seria obejmowała 40 rzutów, a dziennie przeprowadzano również po 3 serie. Przerwy między seriami wynosiły w obu eksperymentach od 5—15 minut, zależnie od warunków technicznych. Tak więc jedna osoba w eksperymencie „rzucanie do celu” wykonywała ogółem od 480 do 720 rzutów kulką, w eksperymencie „bile — 240—360 rzutów¹⁾).

III. WYNIKI BADAŃ.

Wyniki badań grupy dzieci z klasy VII szkoły powszechnej nasunęły nam następujące problemy, które kolejno omówimy:

1. *Proces nabywania wprawy w zakresie rzutów i toczenia kuli.* Odpowiemy tu na pytania czy daje się zauważyć postęp w trafności rzutów w całej grupie badanej i u poszczególnych jednostek i jak się ten postęp przejawia. Weźmiemy przy tym pod uwagę:

a) różnice w stosunku nabywania wprawy u poszczególnych osób,

b) problem t. zw. prawa odwrotności,

c) porównanie procesu nabywania wprawy w zakresie kierunku rzutów i siły rzutów (ta sprawa występuje jedynie w wynikach eksperymentu „bile”),

d) typy nabywania wprawy.

2. *Rodzaj błędów spotykanych.* W tym zakresie:

a) przeprowadzimy analizę jakościową błędów i porównamy badanych ze względu na rodzaj rzutów błędnych,

b) zajmiemy się sprawą rzutów „uwikłanych”, t. j. takich rzutów kolejnych, które się wiążą ze sobą. Wyróżnić tu możemy zjawisko perseweracji, gdy po rzucie błędnym jednego rodzaju następuje bezpośrednio rzut tego samego rodzaju (np. po rzucie zbyt słabym, następny również zbyt słaby itp.) i zjawisko kompensacji, gdy bezpośrednio po rzucie błędnym jednego rodzaju następuje rzut wprost przeciwny (np. po rzucie zbyt słabym, zbyt silny itp.).

Opracowanie dotyczy obu opisanych eksperymentów, z tym, że eksperyment „bile” omówimy szerzej, zaś o ekspery-

¹⁾ Troje dzieci opuściło kilka prób z powodu choroby. Nie chcąc jednak uszczuplać i tak już nielicznej grupy, braliśmy ich wyniki pod uwagę, uwzględniając to odpowiednio w zestawieniach.

mencie „rzucanie do celu” mówić będziemy tylko wówczas, gdy wyniki wniosą coś nowego w stosunku do pierwszego eksperymentu.

1. PROCES NABYWANIA WPRAWY W OKREŚLONYM CZASIE.

Jak to wspominaliśmy w opisie eksperymentów, badania przeprowadziliśmy na grupie 12-rga dzieci z VII klasy szkoły powszechnej, przy tym każde z dzieci badane było 6 razy, w odstępach dniowych. Zastanowimy się teraz, czy badani w ciągu tego czasu nabywają wprawy, czy też wprawa ta nie daje się zauważyć. W eksperymencie „bile” wprawę tę mierzyć musimy zarówno w stosunku do kierunku jak i siły rzutów. W prostszym eksperymencie „rzucanie do celu” oceniamy jedynie siłę rzutu, gdyż rzutów do ćwiartek lewej i prawej było w ogóle b. mało, tak iż nie daje to żadnego obrazu błędów co do kierunku. W eksperymencie „bile” kierunek rzutów określaliśmy przy pomocy kąta, pod jakim kula odbiła się, a siłę rzutów — przy pomocy odległości od pasa zerowego (MNOP na schemacie) do miejsca zatrzymania się kuli. W drugim eksperymencie siłę rzutów oceniamy, obliczając ich oddalenie od środka koła, będącego celem.

Proces nabywania wprawy ocenialiśmy w dwojaki sposób:

1. Porównując ilość rzutów trafnych w kolejnych seriach lub następujących po sobie dniach badań i

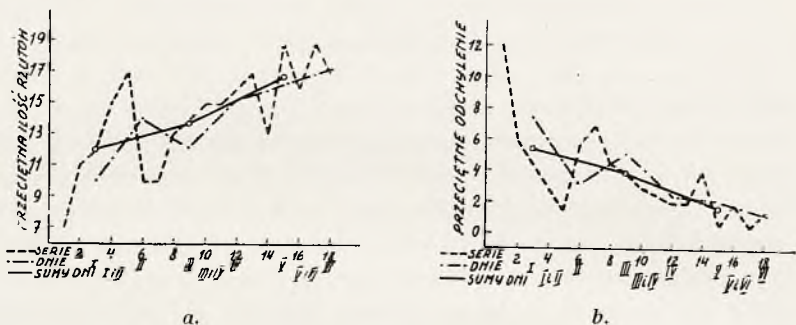
2. Porównując zmianę średniego błędu, jaki badany robi w ciągu jednej serii lub jednego dnia badań. Zmianę tę nazywamy odchyleniem od dobrego wyniku. Taki sposób dał nam interesujące zróżnicowanie badanych, z których niektórzy wykazują wyraźny postęp w zakresie ilości dobrych rzutów, podczas gdy przeciętne odchylenie nie zmniejsza się u nich; u innych osób zaś odwrotnie — stwierdzamy uczenie się jedynie w zakresie zmniejszania się przeciętnego odchylenia. Charakteryzuje to w pewien sposób nastawienie badanych do próby i wskazuje, na co skierowany był ich wysiłek.

Obecnie omówimy szczegółowiej przebieg procesu nabywania wprawy odnośnie do eksperymentu „bile”, dodając na zakończenie krótkie zestawienie tych wyników z drugim eksperymentem.

A. EKSPERYMENT „BILE”.

a) Różnice w stopniu nabywania wprawy u poszczególnych osób.

Zestawiając wyniki uczenia się w kolejnych seriach nie widzimy nieprzerwanego postępu ani w zakresie siły, ani w zakresie kierunku rzutów. Nabywanie wprawy postępuje powoli, nie-



a.

b.

Rys. 3. Proces uczenia się w zakresie kierunku rzutów w eksp. „bile” u badanej Nr. 5 — według różnych okresów czasowych.

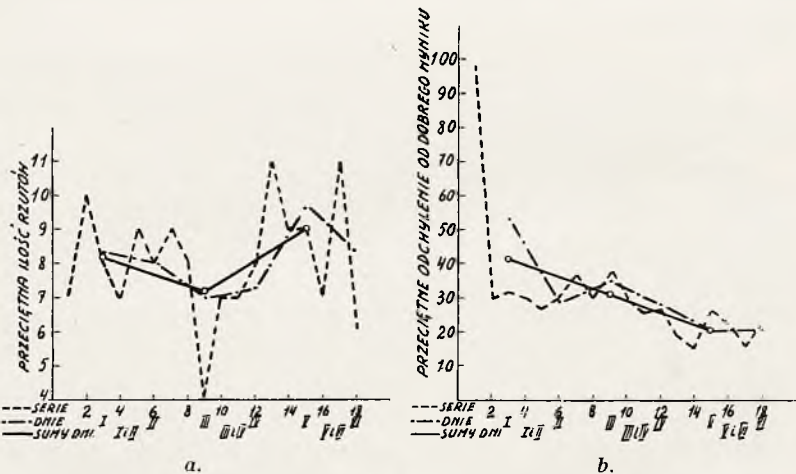
Fig. 3. Process of learning in different periods of subject Nr. 5. Experiment „rall a ball”. Direction.

a) Ilość rzutów trafnych.

b) Przeciętne odchylenie od dobrego wyniku.

Number of good throws.

Mean deviation of the good result.



a.

b.

Rys. 4. Proces uczenia się w zakresie siły rzutów w eksp. „bile” u badanej Nr. 5 — według różnych okresów czasowych.

Fig. 4. Process of learning in different periods of subject Nr. 5. Experiment „all a ball”. Vigour.

a) Ilość rzutów trafnych.

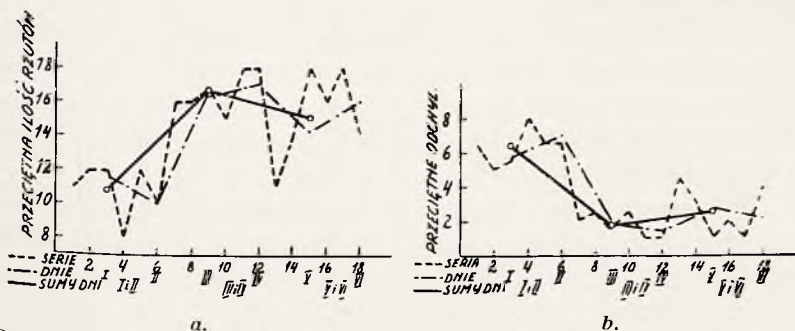
b) Przeciętne odchylenie od dobrego wyniku.

Number of good throws.

Mean deviation of the good result.

jednokrotnie po dwu dniach badań nie zauważymy postępu, dopiero po pięciu czy sześciu dniach jest on wyraźny. (Kern, Johnson).

Często nabywanie wprawy postępuje w sposób nierównomierny — skokowo; badany dość szybko osiąga wprawę maksymalną i następnie wyniki jego pogarszają się, aby znowu wzrosnąć itd.



Rys. 5. Proces uczenia się w zakresie kierunku rzutów w eksp. „bile” u badanego Nr. 11 — według różnych okresów czasowych.

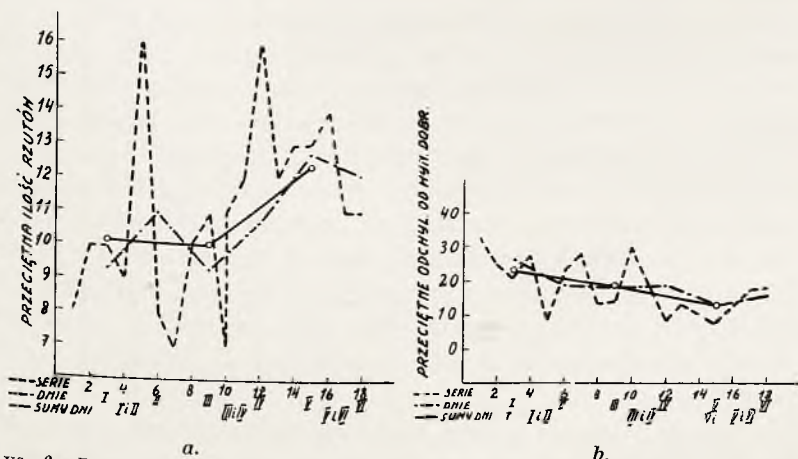
Fig. 5. Process of learning in different periods of subject Nr. 11. Experiment „rall a ball”. Direction.

a) Ilość rzutów trafnych.

Number of good throws.

b) Przeciętne odchylenie od dobrego wyniku.

Mean deviation of the good result.



Rys. 6. Proces uczenia się w zakresie siły rzutów w eksp. „bile” u badanego Nr. 11 — według różnych okresów czasowych.

Fig. 6. Process of learning in different periods of subject Nr. 11. Experiment „rall a ball”. Vigour.

a) Ilość rzutów trafnych.

Number of good throws.

b) Przeciętne odchylenie od dobrego wyniku.

Mean deviation of the good result.

Wykresy 3, 4, 5 i 6 przedstawiają porównanie wyników 2-ch osób badanych, osoby nr 5 i nr 11. Osoba nr 5 jest przykładem równomiernego nabywania wprawy, podczas gdy osoba nr 11 uczy się skokowo (widać to szczególnie wyraźnie w zakresie kierunku rzutów).

Widzimy z tych wykresów, że krzywe procesu uczenia się, wygładzają się wyraźnie w miarę uwzględniania coraz większych okresów czasowych.

Aby wyeliminować przypadkowość i otrzymać wyraźniejszy obraz procesu nabywania wprawy, musimy więc porównywać możliwie długie okresy czasowe i duże ilości rzutów, a więc co najmniej poszczególne dni, a nawet przeciętne ilości rzutów w ciągu dwu dni.

W naszym opracowaniu cały okres badania podzielimy na 3 kolejne etapy z których każdy obejmie po 2 dni badania. Jako decydujące dla procesu nabierania wprawy przyjmujemy zestawienie wyników w pierwszym i ostatnim etapie.

Obliczamy w tym celu dla każdej osoby i całej grupy różnicę między przeciętnym wynikiem z dwu pierwszych i z dwu ostatnich dni badań. Różnicę tę nazywamy „*przyrostem wprawy*”. Aby jednak upewnić się, iż ewentualny przyrost wprawy nie jest rezultatem wahań przypadkowych, porównujemy ten przyrost ze *średnią różnicą* między wynikami danej osoby w poszczególnych dniach. Ponieważ przyrost wprawy, mniejszy niż średnia różnica nie ma realnego znaczenia — może bowiem być jedynie przypadkowym, przeto, chcąc mieć dla każdej osoby wskaźnik rzeczywistego jej postępu, odliczaliśmy od ewentualnego przyrostu wprawy wielkość średniej różnicy i dopiero tę różnicę nazwaliśmy „*rzeczywistym (istotnym) stopniem wprawy*”. Jest to jednak bezwzględny stopień wprawy, gdyż wyliczając go, nie uwzględniliśmy początkowego wyniku każdej z osób. Zagadnienie związku stopnia nabywania wprawy z wynikiem początkowym omówimy — dla uproszczenia — oddzielnie, w dalszym ciągu pracy.

Tabela I obrazuje nam uzyskane w powyższy sposób zestawienie wprawy w zakresie kierunku i siły rzutów. Uwzględnia ona stopień wprawy, przejawiający się zarówno w ilości rzutów trafnych, jak i w wielkości przeciętnego odchylenia od wyniku dobrego (patrz str. 12), poszczególnych osób badanych, grupy dziewcząt i chłopców, a także przeciętny stopień wprawy

TABELA I.

Stopień wprawy w eksperymencie „bile”.

	Kierunek rzutów						Siła rzutów					
	Ilość trafnych rzutów			Przec. odchylenie			Ilość trafnych rzutów			Przec. odchylenie		
	Stopień wprawy	Oznaczenie wprawy	Stopień wprawy	Oznaczenie wprawy	Stopień wprawy	Oznaczenie wprawy	Stopień wprawy	Oznaczenie wprawy	Stopień wprawy	Oznaczenie wprawy	Stopień wprawy	Oznaczenie wprawy
1	0,14	brak wprawy	1,63	wyraźna wprawa	— 1,81	brak wprawy	5,56	słaba wprawa				
2	— 1,31	brak wprawy	— 0,12	brak wprawy	— 0,46	brak wprawy	— 10,74	brak wprawy				
3	2,24	wyraźna wprawa	1,48	wyraźna wprawa	— 1,41	brak wprawy	5,39	brak wprawy				
4	1,39	słaba wprawa	1,53	wyraźna wprawa	0,99	wyraźna wprawa	21,96	wyraźna wprawa				
5	4,04	wyraźna wprawa	3,18	wyraźna wprawa	0,19	brak wprawy	16,41	wyraźna wprawa				
6	2,74	wyraźna wprawa	1,28	słaba wprawa	3,94	wyraźna wprawa	11,56	wyraźna wprawa				
Przec. dziewcz.	1,54		1,49		0,24		6,56					
7	— 0,21	brak wprawy	0,22	brak wprawy	1,09	wyraźna wprawa	5,26	słaba wprawa				
8	2,89	wyraźna wprawa	1,68	wyraźna wprawa	— 0,66	brak wprawy	7,16	wyraźna wprawa				
9	0,19	brak wprawy	0,08	brak wprawy	1,44	wyraźna wprawa	2,81	brak wprawy				
10	3,09	wyraźna wprawa	2,08	wyraźna wprawa	3,39	wyraźna wprawa	11,11	wyraźna wprawa				
11	3,54	wyraźna wprawa	3,33	wyraźna wprawa	1,54	wyraźna wprawa	5,76	słaba wprawa				
12	0,44	brak wprawy	— 0,12	brak wprawy	1,45	wyraźna wprawa	5,86	słaba wprawa				
Przec. chłopcy	1,66		1,23		1,37		6,32					
Przec. cała grupa	1,60		1,36		0,81		6,44					

całej grupy badanej. Poza tym w tab. I podajemy słowne oznaczenie wprawy poszczególnych osób. Wyjaśnienie tych oznaczeń znajdzie czytelnik na str. 69.

Przyjrzyjmy się naprzód liczbom, zawartym w tabeli. Stopień wprawy w zakresie kierunku rzutów wynosi przeciętnie dla całej grupy 1,6 rzutów trafnych, najwyższy stopień wprawy osiągnęła osoba nr 5, mianowicie przeszło 4. Średni stopień wprawy dziewcząt jest nieco niższy, niż chłopców (dziewczęta średnio 1,54, chłopcy: 1,66 rzutów trafnych). Jeżeli weźmiemy pod uwagę przeciętne odchylenie, to zauważymy zależności nieco inne: dziewczęta mają wynik lepszy niż chłopcy (przeciętnie dziewczęta 1,49 stopnia, chłopcy 1,23 stopnia).

Zestawiając analogiczne wyniki uczenia się w zakresie siły rzutów zauważymy, że wprawa, jeśli chodzi o średni przyrost trafnych rzutów, postępuje tu znacznie wolniej. Średni stopień wprawy dla całej grupy wynosi 0,81 rzutów trafnych, podczas gdy tam wynosił 1,6 rzutów, a więc dwa razy więcej. Zauważamy tu znacznie więcej osób, które wykazują zupełny brak wprawy (t. zn. których wyniki w trzecim etapie pozostają bez zmiany lub pogarszają się, zamiast polepszać). Osób takich jest 4 — w tym 3 dziewczęta (nr 1, 2 i 3) i jeden chłopiec (nr 8), zaś w zakresie kierunku rzutów były tylko dwie takie osoby (patrz tab. nr I, osoby nr 2 i 12). Średni wynik dziewcząt jeśli chodzi o ilość trafnych rzutów jest tu, podobnie jak w zakresie kierunku rzutów, gorszy, niż średni wynik chłopców. Przy tym różnica na korzyść chłopców jest tu nawet o wiele większa (dziew. 0,24, chłopcy 1,37 trafnych rzutów). Jeśli chodzi o przeciętne odchylenie, to tutaj również — podobnie jak poprzednio — dziewczęta osiągają lepszy wynik niż chłopcy (ogółem średni błąd wynosi 5,44 cm, dziewcz. 6,56 cm, chłopcy 6,32 cm). Wskazywałoby to może na pewną właściwość, charakterystyczną dla płci — chłopcy szybciej osiągają wprawę, jeśli chodzi o ilość rzutów trafnych, dziewczęta zaś przodują w zakresie zmniejszania błędu. Wy tłumaczyć by się to może częściowo dało większą wprawą chłopców w rzutach do celu dzięki temu, że grają oni w szereg gier, specjalnie „chłopięcych”, które ćwiczą rzucanie do celu (np. „kukso”, gra „w guziki”, szereg gier w piłkę itd.). Szybsze eliminowanie błędów u dziewcząt możnaby może tłumaczyć ich większym opanowaniem (sądząc z obserwacji chłopcy byli znacznie bardziej niecierpliwi). W miarę postępo-

wania próby dziewczęta zbliżały się coraz bardziej do rezultatów trafnych, podczas gdy chłopcy mieli więcej rzutów całkowicie trafnych, ale równocześnie i większe błędy, czyli rzucali mniej równomiernie.

Przyglądając się wynikom poszczególnych osób przedstawionych w tabeli I, widzimy, że stopień wprawy u niektórych osób jest bardzo nieznaczny, u innych zaś zupełnie wyraźny. Dla lepszego porównania podzielimy wszystkie osoby badane na kilka grup, zależnie od osiągniętego stopnia wprawy. Miarą, do której będziemy przyrównywać wyniki, będzie przeciętna wprawa dzienna całej grupy badanej. Tabela II daje zestawienie przeciętnej wprawy dziennej w zakresie kierunku i siły rzutów.

TABELA II.

Zestawienie przeciętnej wprawy dziennej dla całej grupy.

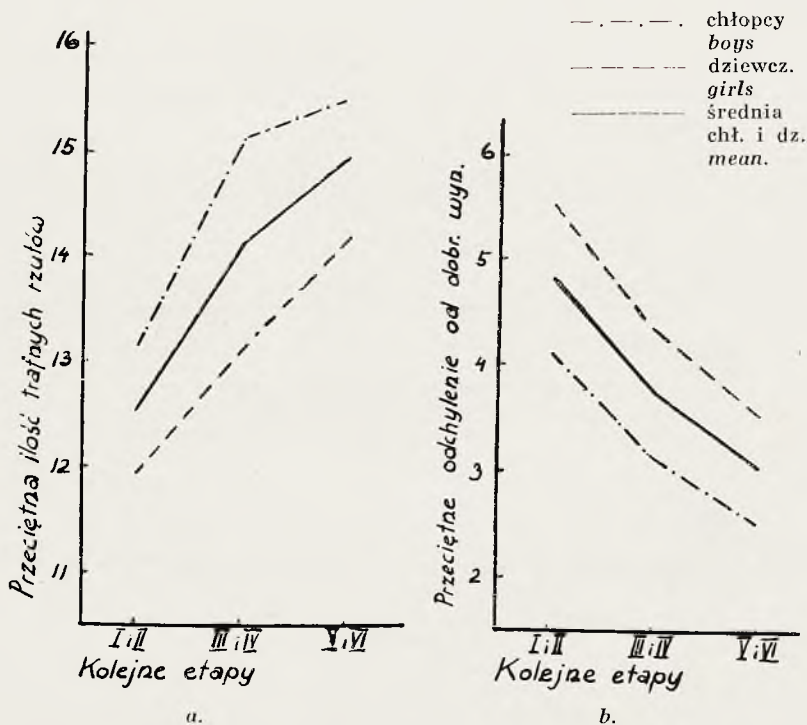
Zakres rzutów:		Przeciętna wprawa dzienna
Kierunek rzutów	Ilość trafnych rzutów	0,76
	Przeciętne odchylenie	0,47
Siła rzutów	Ilość trafnych rzutów	0,66
	Przeciętne odchylenie	4,04

Zestawiając stopień wprawy poszczególnych osób z przeciętną wprawą dzienną, otrzymamy 3 grupy wyników:

1. Stopień wprawy mniejszy niż przeciętna wprawa dzienna całej grupy. Wejdą tu zarówno osoby, wykazujące wprawę, którą nazwaćby można „ujemną”, t. zn. których wynik w trzecim etapie badań jest gorszy, niż w pierwszym, jak i te osoby, które osiągnęły bardzo słaby stopień wprawy, niższy niż przeciętna wprawa dzienna całej grupy. Całą tę grupę oznaczamy, jako nie osiągnającą wprawy w ogóle.
2. Do drugiej grupy zaliczamy te jednostki, które osiągnęły stopień wprawy większy, niż przeciętna wprawa dzienna całej grupy (tzn. średnia z 6 dni), jednak mniejszy, niż średni stopień istotnej wprawy całej gru-

py badanej (przeciętną wprawę dzienną przedstawiliśmy w tabeli II, wprawę istotną dla całej grupy w ciągu całego okresu badań — w tabeli I). Ta druga grupa wyników — to wprawa słaba.

3. Wreszcie trzecia grupa obejmuje wszystkie te osobniki, które osiągnęły stopień wprawy większy, niż średni stopień istotnej wprawy całej grupy. Jest to wprawa wyraźna.



Rys. 7. Proces uczenia się w zakresie kierunku rzutów (w trzech etapach).

Fig. 7. Process of learning in three periods. Direction.

a) Ilość trafnych rzutów.

b) Przeciętne odchylenie od dobrego

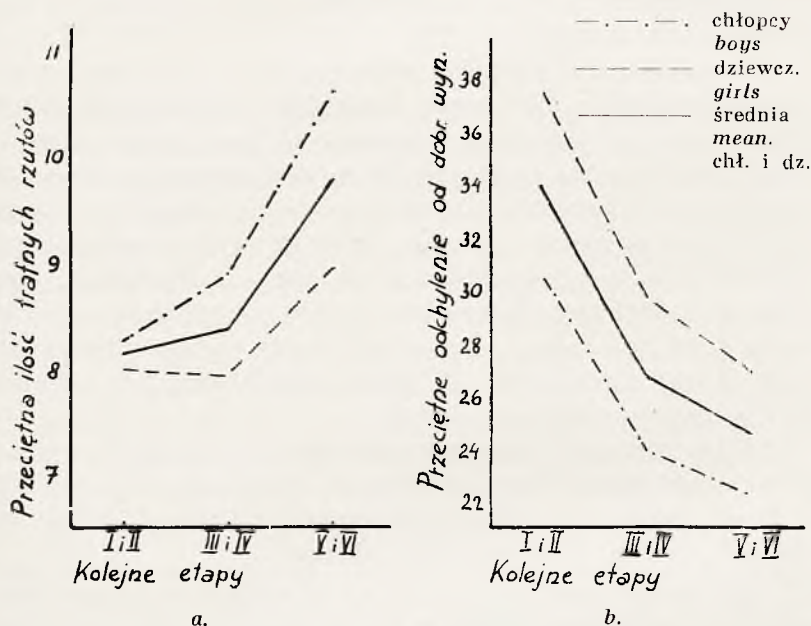
Number of good throws.

wyniku.

Mean deviation of the good result.

W tabeli I, oprócz wyników liczbowych, podajemy również słowne oznaczenie stopnia wprawy poszczególnych osób — przyporządkowując je do trzech powyższych grup. Znajdujemy tu potwierdzenie poprzedniego spostrzeżenia, że postęp dziewcząt idzie raczej w kierunku zmniejszania błędów, w czym osiągają one lepsze wyniki, niż chłopcy. Jednostek, wyraźnie nabywających wprawy, jeśli chodzi o przeciętne odchylenie, jest więcej

wśród dziewcząt, i to zarówno w zakresie kierunku, jak i siły rzutów (kierunek rzutów: 4 dziewczęta i 3-ch chłopców; siła rzutów — 3 dziewczęta i 3-ch chłopców — należących do grupy uczących się wyraźnie). Widzimy natomiast 5 chłopców i tylko 2 dziewczynki wyraźnie uczące się o ile idzie o ilość trafnych rzutów pod względem siły (pod względem kierunku rzutów wyniki chłopców i dziewcząt nie wykazują wyraźniejszego różnicowania). Dane te potwierdzają poprzedni wniosek na temat różnic między obu płciami.



Rys. 8. Proces uczenia się w zakresie siły rzutów (w trzech etapach).

Fig. 8. Process of learning in three periods. Vigour.

a) Ilość trafnych rzutów.

b) Przeciętne odchylenie od dobrego wyniku.

Number of good throws.

Mean deviation of the good result.

Różnice te zaznaczają się również bardzo wyraźnie w innym jeszcze punkcie, a mianowicie przy porównaniu osiągniętych wyników, i to nie tylko końcowych, ale także początkowych. Poniższe wykresy przedstawiają proces uczenia się dziewcząt, chłopców, oraz całej grupy badanej w trzech kolejnych etapach.

Z wykresów tych widzimy, że wyniki osiągnięte przez grupę chłopców — są stale lepsze niż wyniki, osiągnięte przez dziewczęta. Da się to powiedzieć zarówno o kierunku jak i sile rzutów

i to zarówno ze względu na to, że chłopcy osiągają stale większą ilość rzutów trafnych (we wszystkich etapach), jak i na to, że mają stale mniejsze przeciętne odchylenie od dobrego wyniku niż dziewczęta. Świadczyłoby to o większych uzdolnieniach chłopców do rzutów tego rodzaju, albo też o ich większej wprawie (w chwili rozpoczęcia badań).

b) Związek stopnia wprawy z wyczynem początkowym.

Przejdziemy obecnie do zestawienia stopnia wprawy z wynikiem początkowym.

Z zagadnieniem tym, jak wspominaliśmy, spotykaliśmy się niejednokrotnie w literaturze przedmiotu. Przypomnimy, jak przedstawia się ta sprawa. Zwolenniczką tzw. „prawa odwrotności” jest *Annelies Arglander*. W swoich pracach dotyczących zagadnienia nabierania wprawy wysuwa ona tezę, że szybkość uczenia jest odwrotnie proporcjonalna do wyniku osiągniętego na początku. W artykule p. t. „Beiträge zur Psychologie der Uebung” spotykamy następujące twierdzenie: „Wysokie wyniki początkowe przesądzają stosunkowo mały postęp w ćwiczeniu i na odwrót. Czym gorsze są wyniki początkowe, tym większy jest procentowy przyrost wprawy”.

Z twierdzeniem tym niezupełnie zgadza się *Kern*, który porusza zagadnienie prawa odwrotności w procesie uczenia się w pracy swojej p. t. „Wirkungsformen der Uebung”. Prawo to nie jest według niego całkowicie słuszne.

Aby zorientować się, jak sprawa ta wygląda w naszych wynikach, obliczyliśmy współczynniki korelacji między wynikami początkowymi a stopniem osiągniętej wprawy. Współczynniki te przedstawia następująca tabela:

Jeśli chodzi o kierunek rzutów (patrz tab. III, l. p. 1, 2), to widzimy tu zaznaczającą się zupełnie wyraźnie niezgodność między wynikiem początkowym a stopniem wprawy: osoby, mające najlepszy wynik początkowy, osiągają słaby, albo bardzo słaby stopień wprawy i odwrotnie — osoby, osiągające duży stopień wprawy, zaczynają od wyników bardzo słabych (współczynnik korelacji $\rho = -0,75 \pm 0,11$ oraz $\rho = -0,35 \pm 0,18$). Potwierdziłoby to więc słuszność prawa odwrotności. Jeśli przyjrzemy się teraz analogicznym współczynnikiem korelacji, przedstawiającym wyniki odnośnie do siły rzutów (patrz tab. III, l. p.

TABELA III.

Korelacja (współczynnik *Spearmana*)¹⁾ między wynikiem początkowym, a stopniem wprawy.

L. p.	K o r e l a c j a	ρ	Błąd prawd.
1	kierunek rzutów (ilość rzutów trafnych)	-0,75	0,11
2	kierunek rzutów (przec. odchyl. od dobrego wyniku)	-0,35	0,18 *)
3	siła rzutów (ilość rzutów trafnych)	-0,002	0,20 *)
4	siła rzutów (przec. odchyl. od dobrego wyniku)	-0,43	0,16

3 i 4) to zauważymy zjawisko podobne, występujące wyraźnie w zakresie przeciętnego odchylenia. Jeśli chodzi natomiast o ilość rzutów trafnych, to tutaj wyniki nie dają nam jasnego obrazu. Najprawdopodobniej jest to spowodowane dużą przypadkowością rezultatów ze względu na małą ilość badanych, co w tym wypadku przejawiało się silniej niż gdzieindziej, gdyż rzuty trafne w zakresie siły były stosunkowo rzadsze, a tempo nabierania wprawy znacznie wolniejsze niż w zakresie kierunku. Możliwe jest również, że okres 6-ciu dni badania był dla uzyskania postępu w zakresie siły rzutów zbyt krótki i dopiero po dalszych próbach ujawniłaby się wyraźniej odwrotna zależność między wynikiem początkowym a stopniem wprawy.

Aby sprawdzić, jak przedstawia się prawo odwrotności dla całej grupy, zestawiliśmy stopień wprawy — przeciętnie dla 3-ch grup badanych: grup, które osiągnęły wyniki: 1) najlepsze, 2) średnie i 3) najgorsze w pierwszym etapie badania w zakresie kierunku i siły rzutów. Tabela IV daje nam zestawienie przeciętnego stopnia wprawy dla każdej z tych grup.

¹⁾ Współczynnik *Spearmana* obliczyliśmy według wzoru: $\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$
Porównaj: Lazarsfeld P. „Statistisches Praktikum”. Jena 1929. Str. 131.

Błąd prawdopodobny zaś według wzoru: $BP = \frac{0,7063(1 - \rho)^2}{n}$

Por.: B. Biegeleisen „Metody statystyczne w psychologii”. Kraków. 1935, str. 286.

*) W p. 2 a specjalnie 3 błąd prawdopodobny jest tak duży, że nie możemy bez zastrzeżeń uwzględniać otrzymanego współczynnika.

TABELA IV.

Zestawienie przeciętnego stopnia wprawy z wynikami początkowymi.

	Kierunek rzutów		Siła rzutów	
	Ilość rzutów trafnych przeciętnie	Przeciętne odchylenie od dobrego wyniku	Przeciętna ilość rzutów trafnych	Przeciętne odchylenie od dobrego wyniku
Grupa najlepszych wyników początkowych	0,14	0,73	— 0,06	4,29
Grupa średnich wyników początkowych	2,13	1,35	2,15	6,33
Grupa najstabsz. wyników początkowych	2,48	1,98	0,33	8,75

Widzimy, że, jeśli chodzi o kierunek rzutów, to zarówno pod względem ilości trafnych, jak i pod względem przeciętnego odchylenia — stopień wprawy wzrasta wraz ze zmniejszaniem się wyniku początkowego. Najmniejszy przeciętny stopień wprawy osiąga grupa o najlepszym wyniku początkowym, zaś największą wprawę widzimy u grupy badanych najstabszych w etapie początkowym. Podobną, zupełnie wyraźną zależność mamy w zakresie siły rzutów, jeśli weźmiemy pod uwagę przeciętne odchylenie od wyniku dobrego. Jeśli zaś weźmiemy pod uwagę ilość rzutów trafnych pod względem siły — widzimy, że największą wprawę wykazuje grupa średnia, grupa najstabsza jest na drugim miejscu. Utrzymuje się jednak i tu zasada, że najmniejszą wprawę wykazują ci, którzy zaczęli od wyników najlepszych.

Zbierając krótko wyniki porównania stopnia wprawy z wynikiem początkowym, stwierdzić należy, że badania nasze zdają się potwierdzać słuszność tzw. prawa odwrotności w zakresie uczenia się.

c) *Porównanie procesu nabywania wprawy w zakresie kierunku rzutów i siły rzutów.*

Porównamy obecnie z kolei stopień nabywanej przez poszczególne osoby wprawy w zakresie siły i kierunku rzutów.

Przy podziale na powyżej omówione 3 grupy: 1) osoby wykazujące wyraźną wprawę, 2) osoby wykazujące słabą wprawę i 3) brak wprawy, stwierdzamy, biorąc pod uwagę ilość rzutów

trafnych, pewną, choć niezbyt wyraźną zgodność stopnia osiągniętej wprawy w obu zakresach. Mamy tu bowiem 4 wypadki całkowitej zgodności, 5 częściowo zgodnych i 3 całkowicie niezgodne. Jeśli zestawimy wyniki tych trzech grup badanych, biorąc pod uwagę przeciętne odchylenie od dobrego wyniku, to zauważymy już znacznie wyraźniejsze zależności. A mianowicie większość wyników, bo 7 na 12, to wyniki całkowicie zgodne pod względem stopnia wprawy, 4 wyniki częściowo zgodne, a tylko 1 wynik całkowicie niezgodny.

Dla wyraźniejszego uwydatnienia tych wyników, połączyliśmy osoby badane w dwie tylko grupy, tzn. potraktowaliśmy łącznie wszystkich tych, którzy osiągnęli wprawę, niezależnie od tego, czy była to wprawa wyraźna, czy słaba. Tak zestawione wyniki przedstawiliśmy w tabelach czteropolowych, które podajemy poniżej:

Korelacja stopnia wprawy w zakresie kierunku i siły rzutów.

TABELA V.

Ilość rzutów trafnych.

		Kierunek rzutów	
		Wprawa (wyraźna i słaba)	Brak wprawy
Siła rzutów	Wprawa (wyraźna i słaba)	4*, 5, 6, 9, 10, 11, 12	7
	Brak wprawy	1, 3, 8	2

TABELA VI.

Przec. odchyl. od dobr. wyn.

		Kierunek rzutów	
		Wprawa (wyraźna i słaba)	Brak wprawy
Siła rzutów	Wprawa (wyraźna i słaba)	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,	12
	Brak wprawy	3	2

Na podstawie tak zestawionych wyników obliczyliśmy współczynnik korelacji według Yule'a 1), który dla ilości trafnych rzutów wynosi 0,4, zaś dla przeciętnego odchylenia jest znacznie większy, bo wynosi 0,8. Okazuje się więc, że wprawa w zakresie kierunku idzie w parze z wprawą w zakresie siły rzutów.

*) Liczby oznaczają kolejne numery osób badanych.

1) Współczynnik obliczono według wzoru: $q = \frac{ad - bc}{ad + bc}$ przy czym a, b, c i d oznacza ilość osób w poszczególnych polach. Por. P. Lazarsfeld' „Statistisches Praktikum”. Jena. 1929, str. 119.

O ile ktoś osiąga wyraźną wprawę w jednym zakresie, to najczęściej również osiągnie duży stopień wprawy w drugim zakresie; ktoś, kto jest słaby w jednym zakresie, jest najczęściej również słaby w drugim. Świadczyłoby to o tym, że wprawa pod względem siły i kierunku rzutów kierowana jest pewnymi wspólnymi czynnikami, zależy od tych samych, lub będących ze sobą w ścisłym związku — uzdolnień. Na podstawie obserwacji badanych w czasie toczenia kuli w eksperymencie „bile” wydaje się, iż przy usiłowaniach rzucania trafnego w zakresie kierunku, główną rolę odgrywa „miara w oku”, natomiast siła rzutu normowana jest raczej przez tzw. „pamięć mięśniową”, wzrok zaś gra tu znacznie mniejszą rolę. Świadczyłoby o tym zachowanie się badanych, którzy, starając się rzucić trafnie, często wykonywują kilka ruchów przygotowawczych — jakby drobnych zamachów z kulą w rękę; ruchy te — według introspekcji badanych (dorosłych) mają pomagać do wymierzenia rzutu trafnego pod względem siły. Ruchy te zjawiają się tylko u niektórych badanych. Jeżeli powyższą interpretację uznalibyśmy za słuszną to wyniki otrzymane przez nas świadczyłyby o tym, że „miara w oku” i „pamięć mięśniowa” pozostają ze sobą w pewnej korelacji.

d) *Typy nabywania wprawy.*

Przejdźmy teraz do zestawienia typów uczenia się. Śledząc wyniki poszczególnych badanych w trzech kolejnych etapach, widzimy, iż niektórzy z badanych uczą się równomiernie — w każdym z kolejnych etapów polepsza się ich wynik, inni natomiast uczą się nierównomiernie, skokowo; możemy tu przy tym wyróżnić dwie możliwości: jedni w drugim etapie dochodzą do najlepszych dla siebie wyników, w trzecim etapie wykazując rezultaty gorsze, niż w drugim; u innych w drugim etapie zauważamy pogorszenie w stosunku do pierwszego, w trzecim poprawę. Wreszcie zdarzają się nieliczne przypadki równomiernego zmniejszania się wyczynu, gdy w każdym kolejnym etapie wynik jest coraz gorszy.

Te różne typy nabywania wprawy zestawiliśmy w tabeli VII, oznaczając:

+	— równmierne polepszanie się wyniku,
—	— równmierne pogarszanie się wyniku,

- $\boxed{+-}$ — uczenie się skokowe (polepszenie się wyniku w etapie 2-im, a następnie pogorszenie — w etapie 3-im),
- $\boxed{-+}$ — uczenie się skokowe (pogorszenie się wyniku w etapie drugim, a następnie polepszenie — w trzecim),
- $\boxed{0+}$ — w drugim etapie wynik taki sam, jak w pierwszym, w trzecim polepszenie się wyniku.

TABELA VII.

Typy uczenia się w 3-ch kolejnych etapach.

P ł e ć:		Dziewcz ę t a					Ch ł o p c y						
Kolejne numery osób badanych:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kierunek rzutów:	Ilość dobrych rzutów	+	-	+	+	+	+	-+	+	+	+-	+-	+-
	Przeciętne odchylenie od wyniku dobrego	+	0+	+	+	+	+-	-+	+	+-	-+	-+	-+
Siła rzutów:	Ilość dobrych rzutów	-+	+-	-	+	-+	+	+	+-	+	+	-+	+
	Przeciętne odchylenie od wyniku dobrego	+	+-	+-	+	+	+	+-	+	+-	+	+	+

Rozpatrzmy naprzód wyniki naszych barañ ze względu na typy nabywania wprawy w zakresie kierunku rzutów. Przyglądając się tabeli VII — widzimy, że dziewczęta uczą się znacznie równomierniej niż chłopcy. Jeśli chodzi o ilość trafnych rzutów, uczy się równomiernie 5 dziewcząt i tylko 1 chłopiec, jeśli chodzi o przeciętne odchylenie, uczą się równomiernie 4 dziewczęta i również tylko 1 chłopiec. Większość chłopców uczy się skokowo, przy tym w zakresie ilości trafnych rzutów przeważa wzrastająco-malejący typ uczenia się (ozn. $\boxed{+-}$), zaś w zakresie eliminowania błędów typ malejąco-wzrastający (ozn. $\boxed{-+}$). Przyglądając się w tabeli VII danym co do siły rzutów, widzimy zależności nieco inne. Jeśli chodzi o ilość rzutów trafnych, to

uczą się równomiernie 2 dziewczynki i 4-ch chłopców, a więc odwrotnie niż w zakresie kierunku rzutów. Gdy weźmiemy pod uwagę przeciętne odchylenie, nie zauważymy tam wyraźniejszego zróżnicowania płci pod względem typu nabywania wprawy: równomiernie uczą się 4 dziewczynki i 4-ch chłopców. W zakresie siły rzutów nie daje się więc stwierdzić jakiś typ uczenia się charakterystyczny dla płci.

Ogólnie biorąc, w zakresie kierunku rzutów, równomiernie, jeśli chodzi o ilość rzutów trafnych, uczy się 6 osób, 5 — skokowo, jedna równomiernie „oducza się”. Jeśli chodzi o przeciętne odchylenie, 5 osób uczy się równomiernie, 6 skokowo, jedna osoba ma w 2-ch pierwszych etapach jednakowy wynik, w 3-im polepsza się (ozn. $\overline{O-H}$). W zakresie siły rzutów — o ile w grę wchodzi ilość rzutów trafnych — uczy się równomiernie 7 osób, skokowo — 5 osób, jedna „oducza się” równomiernie. Przeciętne odchylenie: uczy się równomiernie 8 osób, skokowo tylko 4 osoby. Stwierdzić więc należy, że w zakresie kierunku rzutów nie widzimy przewagi jakiegoś typu uczenia się, zaś w zakresie siły rzutów przeważa typ uczenia się równomiernego.

Gdy przyjrzymy się w tabeli VII wynikom poszczególnych osób, zarówno w zakresie kierunku, jak i siły, to z wyjątkiem osoby nr. 4 nie zauważamy u żadnej z osób badanych jednolitego typu uczenia się.

B. ZESTAWIENIE WYNIKÓW OBU EKSPERYMENTÓW W ZAKRESIE NABYWANIA WPRAWY.

Nie wchodząc bliżej w szczegółowe wyniki liczbowe eksperymentu „rzucanie do celu”, gdyż pokrywają się one na ogół z wynikami opisanego poprzednio eksperymentu „bile”, porównamy obecnie krótko wyniki obydwu eksperymentów.

W jednym i drugim przypadku grupa jako całość wykazuje wyraźny postęp wprawy w ciągu 6 dni badań. Przy tym w obu eksperymentach daje się zauważyć powolność i nieregularność procesu nabywania wprawy. Ażeby więc eliminować przypadkowość i otrzymać wyraźną linię rozwoju, należy zestawiać ze sobą możliwie długie okresy prób. Czym są one dłuższe, tym wyraźniejsza i jaśniejsza jest linia obrazująca nabywanie wprawy.

W eksperymencie „rzucanie do celu” zarówno w odniesieniu do ilości rzutów trafnych, jak i przeciętnego odchylenia chłopcy osiągają wprawę większą niż dziewczęta. W eksperymencie „bile” jest nieco inaczej. A mianowicie w odniesieniu do ilości rzutów trafnych górują chłopcy, zaś w odniesieniu do przeciętnego odchylenia — dziewczęta. Dotyczy to zarówno wprawy w zakresie kierunku rzutów, jak i siły rzutów.

O ile idzie o wyniki poszczególnych badanych, zauważymy tylko u dwóch osób całkowitą zgodność w stopniu nabywania wprawy w obu eksperymentach. Osoba nr. 2 w obu eksperymentach wykazuje brak wprawy, zaś osoba nr. 10 — wykazuje wprawę wyraźną — we wszelkich zakresach. We wszystkich innych wypadkach nie stwierdzamy wyraźniejszej zgodności. Czyli że możnaby na tej podstawie wysnuć wnioski, iż — jeśli ktoś wykazuje postęp w zakresie pewnego rodzaju czynności ruchowych, nie musi wykazywać postępu w czynnościach innych, choćby nawet podobnych. Zdolności do nabywania wprawy nie można więc uznać za cechę stałą.

Wyczyn grupy chłopców jest stale wyższy niż wyczyn dziewcząt — zgodnie w obu eksperymentach — i to zarówno ze względu na ilość trafnych rzutów, jak i ze względu na przeciętne odchylenie. Wynika to zapewne stąd, że chłopcy przystępują do badań bardziej wyćwiczeni w tego rodzaju czynnościach psychomotorycznych niż dziewczęta. Wyćwiczeni zostali przysposobieni — w życiu, w różnych grach chłopięcych, którym dziewczęta oddają się mniej i ze znacznie mniejszym zamiłowaniem.

W obu eksperymentach spotykamy się ze zjawiskiem zależności odwrotnie proporcjonalnej między wynikiem początkowym a stopniem wprawy. Badania nasze zatem potwierdzają „prawo odwrotności” w zakresie uczenia się ruchowego.

Porównanie badanych pod względem typu nabywania wprawy w obu eksperymentach jest niełatwe z tego powodu, że w eksp. bile mamy wyniki zróżnicowane na dwa zakresy: kierunek i siłę rzutów, — a w eksp. „rzucanie do celu” wyniki wyrażane są jedną liczbą. Naogół zauważamy dużą zmienność typu uczenia się u poszczególnych osób, nie tylko w dwu różnych próbach, ale nawet, jak to zaznaczaliśmy, w obrębie jednego eksperymentu „bile”. Odnośnie do ilości rzutów trafnych zupełną zgodność typu uczenia się widzimy tylko u dziewczynki nr 4, a mianowicie uczy się ona stale równomiernie. Poza tym chło-

piec nr 11 uczy się stale skokowo, ale rodzaj załamania nie jest jednakowy. U innych badanych nie zauważamy żadnej zgodności. Odnośnie do przeciętnego odchylenia zupełną zgodność widzimy u tej samej dziewczynki nr 4, a poza tym u dziewczynki nr 1. Obie uczą się stale równomiernie. Poza tym skokowo uczy się stale dziewczynka nr 2, zresztą — podobnie jak u chłopca nr 11 w zakresie rzutów trafnych, — załamania procesu uczenia się są u niej niejednakowe.

Zgodność typów uczenia się w obu próbach jest więc bardzo niewielka, prawie żadna, nieliczne przypadki zgodności mogą być najzupełniej przypadkowe.

Jeśli zestawimy typy uczenia się, rozpatrywane z punktu widzenia ilości rzutów trafnych i przeciętnego odchylenia, stwierdzić musimy, że w eksperymencie „rzucanie do celu” typy te u poszczególnych osób całkowicie się pokrywają, zaś w eksperymencie „bile” zgodność jest o wiele mniejsza. Przy tym w zakresie kierunku rzutów zgodność ta jest nieco większa niż w zakresie siły rzutów.

Ogólnie o typach uczenia się możemy powiedzieć, że w eksperymencie „rzucanie do celu” przeważa typ uczenia się równomiernego, zaś w eksperymencie „bile” ten typ przeważa jedynie w zakresie siły rzutów. W zakresie kierunku rzutów natomiast nie widzimy przewagi jakiegoś jednego typu.

Tak więc typ nabywania wprawy, podobnie jak i zdolność do nabywania wprawy — nie jest właściwością stałą.

2. ZAGADNIENIE RODZAJU BŁĘDÓW.

A) E k s p e r y m e n t „ b i l e ”.

a) *Typy uczenia się ze względu na rodzaj błędów.*

W rozdziale tym rozpatrzemy wyniki naszych badań ze względu na rodzaj rzutów błędnych, przeważających u poszczególnych badanych.

Wyniki poszczególnych badanych i przeciętne dla całej grupy przedstawia tabela VIII.

Tabela ta przedstawia nam ilość rzutów błędnych każdego rodzaju oraz procenty rzutów danego rodzaju w stosunku do wszystkich rzutów błędnych tej kategorii (np. procent rzutów

TABELA VIII.

Zestawienie rodzajów rzutów błędnych.

Kol. N-ry bad.	Kierunek rzutów błędnych						Siła rzutów błędnych						
	Rzuty „lewe”			Rzuty „prawe”			Rzuty zbyt słabe			Rzuty zbyt silne			Typ:
	Ilość	%		Ilość	%		Ilość	%		Ilość	%		
1	52	53	47	47	47	obojętny	103	53	96	47	obojętny		
2	92	47	104	53	53	obojętny	119	45	142	55	zbyt silny		
3	67	60	44	40	40	wyraźnie lewy	79	39	121	61	wyr. zb. silny		
4	81	54	69	46	46	obojętny	45	18	201	82	wyr. zb. silny		
5	52	50	52	50	50	obojętny	95	44	120	56	zbyt silny		
6	44	61	28	39	39	wyraźnie lewy	51	43	68	57	zbyt silny		
Grupa dziewcz.	64,7	54	57,3	46	46		82	40	124,7	59			
7	60	56	47	44	44	lewy	66	43	88	57	zbyt silny		
8	43	56	34	44	44	lewy	147	74	51	26	wyr. zb. słaby		
9	35	47	39	53	53	obojętny	109	58	80	42	zbyt słaby		
10	52	45	63	55	55	prawy	100	56	79	44	zbyt słaby		
11	47	44	57	56	56	prawy	93	58	67	42	zbyt słaby		
12	40	45	49	55	55	prawy	107	46	124	54	obojętny		
Grupa chłope.	46,2	49	48,2	51	51		103,7	56	81,5	44			
Cała grupa przeciętnie	55,4	51	52,7	48	48		92,8	48	103,1	51			

„lewych” w stosunku do wszystkich rzutów błędnych pod względem kierunku itd.). Na podstawie przewagi rzutów błędnych jakiegoś rodzaju zaliczamy poszczególne osoby do różnych typów. A więc z jednej strony wyróżniamy typ, charakteryzujący się przewagą błędów w kierunku lewym oraz typ o przewadze błędów „prawych”, z drugiej strony — typy rzucające naogół raczej zbyt silnie lub zbyt słabo. Aby wyeliminować różnice przypadkowe, zaliczamy osobę do pewnego typu dopiero wówczas, gdy dany rodzaj błędów stanowi przynajmniej 55% lub więcej, ogółu popełnianych przez nie błędów. O ile zaś żaden rodzaj błędów nie przekracza 55%, zaliczamy badanego do typu „obojętnego”, nie wykazującego wyraźnej przewagi w żadnym kierunku. Jeśli ilość błędów pewnego rodzaju przekracza 60%, możemy uważać, że dana osoba ma wyraźną tendencję do danego rodzaju błędów. Jak widzimy z tabeli IX, w zakresie kierunku rzutów takich osób nie spotykamy wogóle, w zakresie siły zaś mamy takie 3 osoby (2 dziewczynki i 1 chłopiec). Przy tym dziewczęta te wykazują wybitną tendencję do rzutów zbyt silnych, chłopiec — do rzutów zbyt słabych.

Jeśli przyjrzymy się teraz błędom w zakresie kierunku rzutów, stawiając jako granicę 55% błędów pewnego rodzaju, to wśród dwunastu osób badanych spostrzegamy 4 osoby o typie „lewostronnym”, 3 o typie „prawostronnym” i 5 bez wyraźnej przewagi jakiegoś typu. Nie możemy więc stwierdzić górowania jakiegoś jednego typu rzutów błędnych. Jeśli różnicujemy wyniki pod względem płci, to zauważymy 4 typy „obojętne” wśród dziewcząt, a tylko 1 wśród chłopców; wszystkie 3 osoby „prawostronne” — to chłopcy. Wreszcie jeśli chodzi o typy „lewostronne”, to 2 znajdujemy wśród dziewcząt, 2 wśród chłopców. A więc w większości dziewcząt nie widzimy różnicowania kierunku błędów, chłopcy mają raczej tendencje „prawostronne”.

Jeśli chodzi o rzuty zbyt słabe i zbyt silne, to w sumie mamy 6 osób o tendencji do rzutów zbyt silnych, 4 osoby o tendencji do rzutów zbyt słabych i 2 osoby nie wykazujące żadnej tendencji. Interesujące jest przy tym, że u dziewcząt widzimy wyłącznie tendencję do rzutów zbyt silnych (na 6 dziewcz. bad. pięć wykazuje tendencję do rzutów zbyt silnych), chłopcy zaś wykazują wyraźną tendencję do rzutów zbyt słabych: na 6-ciu badanych — czterech zaliczamy do typu wykazującego tenden-

cję do rzutów zbyt słabych (por. tabela 23). Wydawałoby się to sprzeczne z większą siłą fizyczną chłopców i nie znajdujemy jasnego wytłumaczenia tego faktu. Zaznacza się on jednak wyraźnie w naszych wynikach.

Wnioski z tego rozdziału przedstawiają się następująco:

1. Nie daje się stwierdzić, ani w zakresie kierunku, ani siły rzutów, jakiejś charakterystycznej dla większości badanych tendencji do błędów pewnego rodzaju.

2. W zakresie siły rzutów dziewczęta charakteryzuje raczej tendencja do rzutów zbyt silnych, chłopców — tendencja do rzutów zbyt słabych.

b) Zagadnienie rzutów uwikłanych.

Śledząc przebieg procesu uczenia się u poszczególnych badanych, zauważyliśmy dwa rodzaje błędów. Błędy, któreby można nazwać „*odosobnionymi*”, i błędy „*uwikłane*” — czyli te, które wiążą się jakoś z innymi, bezpośrednio je poprzedzającymi i następującymi po nich.

Wśród błędów „*uwikłanych*” spotykamy dwojakiego rodzaju związek zachodzący między następującymi po sobie rzutami: albo błąd jest tego samego rodzaju co błąd poprzedni (np. po rzucie zbyt silnym — zbyt silny) — *zjawisko perseweracji*, albo też jest rodzaju przeciwnego (np. po rzucie zbyt silnym — zbyt słaby) — *zjawisko kompensacji*. Zestawienie procentowe błędów „*uwikłanych*” w stosunku do wszystkich błędów w danym zakresie przedstawia tabela IX.

Z tabeli tej widzimy, że średni procent rzutów uwikłanych w zakresie kierunku wynosi 53, czyli nieco więcej niż połowa rzutów błędnych — to rzuty uwikłane. W zakresie siły rzutów mamy jeszcze wyraźniejszą przewagę rzutów uwikłanych, bo jest ich aż 78%. Stosunkowo nieznaczny tylko procent błędów to błędy „*odosobnione*”, niepowiązane z innymi. Wielka ilość błędów uwikłanych w zakresie siły rzutów tłumaczy się, być może, częściowo tym, że spotykamy tu wogóle znacznie więcej błędów niż w zakresie kierunku rzutów, stąd mniejsze prawdopodobieństwo błędów „*odosobnionych*”.

Jeżeli porównamy średni procent błędów uwikłanych u dziewcząt i chłopców, to zauważymy, iż zarówno w zakresie kierunku jak i w zakresie siły rzutów dziewczęta osiągają wyraźną przewagę nad chłopcami: kierunek rzutów — dziewczęta

TABELA IX.
Zestawienie rzutów uwikłanych w eksperymencie „bile”.

Kol. N-ry rzutów	Kierunek rzutów:				T y p:	Siła rzutów:				T y p:
	Suma rzutów błędnych	Procent rzutów uwikłan.	Procent rzutów kompens.	Procent rzutów persew.		Suma rzutów błędnych	Procent rzutów uwikłan.	Procent rzutów kompens.	Procent rzutów persew.	
1	99	42	30	18	wyłączony	199	73	41	46	perseweracyjny
2	196	76	44	44	obojętny	261	90	29	63	wyr. persew.
3	111	61	39	30	kompensacyjny	200	79	43	48	perseweracyjny
4	150	61	39	28	wyr. kompensac.	246	90	24	70	wyr. persew.
5	104	53	37	24	wyr. kompensac.	215	80	39	52	wyr. persew.
6	72	55	38	28	wyr. kompensac.	119	71	36	45	perseweracyjny
Przec. dziesięty	122	58	38	29	3 wyr. komp. 1 kompensacyjny 1 oboj. 1 wyr.	207	81	35	54	3 wyr. persew. 3 persew.
7	107	55	40	21	wyr. kompensac.	154	67	34	36	obojętny
8	77	41	29	22	wyłączony	198	85	33	63	wyr. persew.
9	74	29	18	9	wyłączony	189	76	40	44	obojętny
10	115	60	36	31	kompensacyjny	179	70	41	37	obojętny
11	104	54	41	20	wyr. kompensac.	160	71	33	46	perseweracyjny
12	89	46	26	27	wyłączony	231	83	50	44	kompensacyjny
Przec. chłopy	98	48	32	22	2 wyr. komp. 1 kompensacyjny 3 wyłączony	185	75	39	45	1 wyr. persew. 1 perseweracyjny 1 komp. 3 oboj.
Ogółem	108	53	35	25	5 wyr. komp. 2 kompensacyjny 1 oboj. 4 wyr.	196	78	37,5	50	4 wyr. persew. 4 perseweracyjne 1 komp. 3 oboj.

średnio 58%, chłopcy 48% rzutów uwikłanych, siła rzutów — dziewczęta średnio 81%, chłopcy 75% rzutów uwikłanych. Zjawisko to pozostaje prawdopodobnie w związku z tym, że dziewczęta mają wogóle większą ilość błędów niż chłopcy (kierunek rzutów — dziewczęta przeciętnie 34%, chłopcy 27% rzutów błędnych, siła rzutów — dziewczęta przeciętnie 58%, chłopcy 51% rzutów błędnych) — stąd większe prawdopodobieństwo błędów, powiązanych ze sobą.

Jeśli teraz porównamy ilość błędów uwikłanych o charakterze perseweracji i kompensacji (patrz tabl. IX), zauważymy jednakowy mniej więcej procent tych ostatnich w zakresie kierunku i siły (błędy uwikłane w zakresie kompensacji: kierunek — 35%, siła — 37,5%)¹⁾, natomiast błędy uwikłane w zakresie perseweracji są charakterystyczne dla siły rzutów — aż 50% błędów uwikłanych w zakresie siły to błędy perseweracyjne, podczas gdy w zakresie kierunku spotykamy ich tylko 25%.

Porównując kierunek i siłę rzutów ze względu na zjawisko kompensacji i perseweracji, zauważamy w zakresie kierunku przewagę błędów kompensacyjnych, zaś w zakresie siły — wyraźną przewagę błędów perseweracyjnych. Zjawisko kompensacji byłoby więc charakterystyczne dla kierunku rzutów, zjawisko perseweracji — dla siły rzutów.

Porównanie średniego procentu błędów kompensacyjnych i perseweracyjnych u dziewcząt i chłopców wygląda w sposób następujący: zarówno w zakresie kierunku, jak i siły rzutów tendencja perseweracyjna jest silniejsza u dziewcząt niż u chłopców (kierunek rzutów: dziewczęta 29%, chłopcy 22% rzutów uwikłanych w zakresie perseweracji; siła rzutów: dziewczęta 54%, chłopcy 45% takich rzutów). Jeśli chodzi o tendencję do kompensacji, to pod tym względem mamy wyniki niezgodne w zakresie kierunku i siły rzutów: w zakresie kierunku dziewczęta wykazują wyraźniejszą tendencję kompensacyjną, niż chłopcy (dziewczęta 38%, a chłopcy 32% rzutów uwikłanych w zakresie kompensacji), w zakresie siły rzutów jest odwrotnie — tendencja kompensacyjna jest silniejsza u chłopców, niż u dziewcząt (dziewczęta 35%, chłopcy 39% rzutów uwikłanych

¹⁾ Procent ten jest obliczany w stosunku do całej sumy błędów, wobec tego suma błędów uwikłanych w zakresie perseweracji i kompensacji jest mniejsza niż 100%.

w zakresie kompensacji). Jedynym więc wyraźniejszym wnioskiem, jaki możemy wysnuć, jeśli chodzi o tendencję w zakresie błędów uwikłanych, jest silniejsza tendencja do perseweracji u dziewcząt niż u chłopców.

Rozpatrzmy teraz, jak przedstawiają się wyniki poszczególnych osób badanych pod względem tendencji do kompensacji i perseweracji. Podobnie jak w zakresie rodzajów błędów wyróżniliśmy tutaj pewne typy, a mianowicie typ kompensacyjny i perseweracyjny. O przewadze tendencji kompensacyjnej względnie perseweracyjnej będziemy mówili wtedy, gdy jedna przewyższa drugą o 5% lub więcej. Jeśli różnica ta wynosi 10% lub więcej, zaliczymy osobę badaną do typu kompensacyjnego, lub perseweracyjnego. Jeśli żadna z tendencji nie okazuje przewagi o 5% lub więcej, zaliczamy osobę badaną do typu „obojętnego”. Ale musimy tu postawić jeszcze pewne ograniczenie. Trudno mówić o jakiejś tendencji w zakresie błędów uwikłanych u tych osób, które wogóle mają niewielką ilość takich błędów. A więc przy określaniu typów będziemy brali pod uwagę tylko te osoby, u których ilość błędów uwikłanych przekracza 50% wszystkich błędów danego rodzaju. Przy zastosowaniu tego ograniczenia odpadają, jeśli chodzi o kierunek rzutów, 4 osoby, natomiast w zakresie siły rzutów u wszystkich osób ilość błędów uwikłanych przekracza 50%.

Zestawiając w ten sposób wyniki badań w zakresie kierunku i siły rzutów, widzimy, że dla kierunku rzutów charakterystyczny jest typ kompensacyjny, zaś dla siły rzutów — typ perseweracyjny. W zakresie kierunku rzutów nie spotykamy ani jednej osoby o typie perseweracyjnym — mamy tu 7 osób o typie kompensacyjnym i 1 o typie „obojętnym”. Jeśli chodzi o siłę rzutów, to widzimy tu prawie wyłącznie osoby o typie perseweracyjnym: na 12 osób badanych — 8 o typie perseweracyjnym, 1 o typie kompensacyjnym i 3 — obojętnym. Dane te potwierdzają wyniki, jakie omawialiśmy wyżej — otrzymane przez porównanie średnich procentów rzutów kompensacyjnych i perseweracyjnych.

Ogólne porównanie wyników dziewcząt i chłopców nasuwa wniosek, że dziewczęta w stopniu wyraźniejszym niż chłopcy wykazują tendencję do błędów charakterystycznych dla danego składnika rzutów. A więc w zakresie kierunku rzutów widzimy u dziewcząt więcej typów wyraźnie kompensacyjnych, niż

u chłopców, zaś w zakresie siły rzutów występuje u nich znacznie wyraźniej niż u chłopców tendencja do perseweracji.

Na podstawie omawianego rozdziału możemy wysnuć następujące wnioski:

1. Wśród błędów, jakie robią badani w trakcie procesu uczenia się w naszej próbie, przeważają błędy uwikłane, przy tym przewaga ta w zakresie siły rzutów jest dość znaczna.

2. Dla uczenia się w zakresie kierunku rzutów charakterystyczna jest tendencja do kompensacji, zaś dla uczenia się w zakresie siły rzutów — tendencja do perseweracji.

3. Te charakterystyczne tendencje występują wyraźniej u dziewcząt, niż u chłopców.

B. R o d z a j e b ł ę d ó w.

Jeśli zestawimy wyniki obu eksperymentów ze względu na rodzaj błędów, to stwierdzimy, że w zakresie siły rzutów w obu eksperymentach spotykamy się ze zjawiskiem przewagi rzutów zbyt silnych u dziewcząt, a rzutów zbyt słabych u chłopców. Jest to być może pewnego rodzaju kompensacja w stosunku do własnej siły fizycznej — odpowiednim wysiłkiem przy rzucaniu, czy toczeniu kuli.

Zgodność tendencji do rzutów zbyt silnych lub zbyt słabych stwierdzamy w wynikach przeciętnych dla całej grupy oraz dla grup męskiej i żeńskiej. U poszczególnych osób (poza trzema wypadkami zgodności) stwierdzamy niezgodność w rodzaju przeważających błędów w zakresie siły rzutów. Zestawianie typów ze względu na rodzaj błędów przedstawia tabela X.

Przyglądając się w tej tabeli, stwierdzić musimy, że tendencja do rzucania zbyt silnego lub zbyt słabego nie jest stała u poszczególnych badanych.

Jeśli chodzi o rzuty błędne w zakresie kierunku, to wyników obu prób nie możemy zestawiać ze względu na zbyt małą ilość takich błędów w wynikach eksperymentu rzucania do celu.

Na podstawie wyników obu eksperymentów możemy stwierdzić dalej, że błędy, czynione przez badanych w naszych próbach, nie są błędami przypadkowymi, lecz wiążą się jakoś ze sobą, a mianowicie łączą się na zasadzie zjawiska perseweracji lub kompensacji. Bardziej systematyczne i regularne powiązanie ze sobą błędów spotykamy u dziewcząt niż u chłopców —

TABELA X.

Zestawienie typów ze względu na rodzaj błędów w obu eksperymentach (w zakresie siły rzutów)¹⁾.

Nr. bad.	Eksperyment „bile“	Eksperyment „rzucanie do celu“	Stwierdzenie zgodności
1	obojętny	wyraźnie silny	niezgodność
2	niebardzo silny	obojętny	niezgodność
3	niebardzo silny	niebardzo silny	zupełna zgodność
4	wyraźnie silny	obojętny	niezgodność
5	niebardzo silny	obojętny	niezgodność
6	niebardzo silny	obojętny	niezgodność
7	niebardzo silny	obojętny	niezgodność
8	wyraźnie słaby	niebardzo słaby	częściowa zgodność
9	niebardzo słaby	wyraźnie słaby	częściowa zgodność
10	niebardzo słaby	niebardzo silny	niezgodność
11	niebardzo słaby	wyraźnie słaby	częściowa zgodność
12	obojętny	wyraźnie słaby	niezgodność

TABELA XI.

Zestawienie typów ze względu na rodzaj rzutów uwikłanych w obu eksperymentach (w zakresie siły rzutów).

Nr. kol. bad.	Eksperyment „bile“	Eksperyment „rzucanie do celu“	Stwierdzenie zgodności
1	perseweracyjny	wyłączony	—
2	wyr. persew.	wyr. kompens.	zupełna niezg.
3	perseweracyjny	obojętny	niezgodność
4	wyr. persew.	perseweracyjny	częściowa zgodn.
5	wyr. persew.	wyr. komp.	zupełna niezg.
6	perseweracyjny	wyłączony	—
7	obojętny	wyłączony	—
8	wyr. persew.	wyłączony	—
9	obojętny	obojętny	zupełna zgodn.
10	obojętny	obojętny	zupełna zgodn.
11	perseweracyjny	wyłączony	—
12	kompens.	obojętny	niezgodność

wykazują one bowiem w obu eksperymentach więcej rzutów błędnych uwikłanych. Błędy chłopców są znacznie częściej niż błędy dziewcząt — błędami przypadkowymi. Zaznacza się to

¹⁾ Kierunku rzutów rozpatrywać nie mogliśmy, gdyż w eksperymencie „rzucanie do celu”, jak wspomnieliśmy, nie mógł on być obliczany.

specjalnie silnie w eksperymencie „rzucanie do celu”. Spostrzeżenie to wiąże się prawdopodobnie ze stwierdzonym wyżej wyraźnym nastawieniem dziewcząt na eliminowanie błędów. Jeśli bowiem zwracają one większą uwagę na eliminowanie błędów, zrozumiąmy się staję większe powiązanie tych błędów ze sobą i mniejsza przypadkowość w ich zakresie. Chłopców natomiast, nastawionych przede wszystkim, jak to stwierdziliśmy wyżej, na osiągnięcie jak największej ilości rzutów trafnych, znacznie mniej obchodzi sprawa błędów, jakie robią — stąd większa przypadkowość tych błędów.

Tabela ta daje nam zestawienie wyników jedynie w zakresie siły rzutów, gdyż błędów w zakresie kierunku nie rozpatrywaliśmy w ogóle w eksperymencie „rzucanie do celu”, z przyczyn podanych wyżej. Porównanie pod względem rzutów błędnych w zakresie siły rzutów również daje niewiele, gdyż w eksperymencie „rzucanie do celu” większość osób, — bo 9 na 12-cie — nie wykazuje żadnej tendencji ani kompensacyjnej, ani perseweracyjnej. Mamy tam bowiem 5 osób wyłączonych z zestawienia ze względu na zbyt małą ilość rzutów uwikłanych, a 4 osoby należą do typu obojętnego. W eksperymencie „bile” wyraźnie przeważa w zakresie siły rzutów tendencja do perseweracji, którą spotykamy jedynie u jednej osoby w eksperymencie „rzucanie do celu” i to w stopniu niezbyt silnym. Należy więc stwierdzić na podstawie naszych badań, że tendencje do kompensacji i perseweracji w zakresie rzutów błędnych nie są stałe. Wniosek ten jest jednak jedynie hipotetyczny z powodu niewyraźnych pod tym względem wyników próby „rzucanie do celu”.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW.

Najważniejsze rezultaty przeprowadzonych przez nas badań są następujące:

1. Proces nabywania wprawy w zakresie funkcji psychomotorycznych przebiega na ogół dość powoli i nieregularnie. Z tego też względu, dla najlepszego zobrazowania tego procesu należy porównywać ze sobą możliwie długie okresy czasowe.

2. W dużym procencie wypadków (około 50%) nabywanie wprawy nie dokonuje się równomiernie z dnia na dzień, lecz

ulega znacznym wahaniom, przyjmując w ten sposób charakter „s k o w y”.

3. Przy uczeniu się ruchowym (w zakresie naszych eksperymentów) realizuje się tzw. „prawo odwrotności” (*Arglander*) polegające na tym, iż osoby, zaczynające ćwiczenie z większą sprawnością początkową mniej zyskują przez ćwiczenie, aniżeli osoby, których wyczyn początkowy stoi na niższym poziomie.

4. Wyczyny chłopców, zarówno początkowe, jak i końcowe są stale wyższe od wyczynów dziewcząt.

5. Przyrost wprawy u chłopców objawia się przede wszystkim w zwiększającej się ilości trafnych rzutów, a u dziewcząt w zmniejszaniu się średniego błędu.

6. Rzuty chłopców są naogół zbyt słabe, a przeciwnie — rzuty dziewcząt — zbyt silne. Fakt ten tłumaczony być może tendencją do kompensacji.

7. Tempo nabywania wprawy w odniesieniu do siły rzutów jest w szerokich granicach niezależne od tempa nabywania wprawy w odniesieniu do kierunku. Tempo nabywania wprawy w jednym eksperymencie nie wykazuje zgodności z tempem nabierania wprawy w eksperymencie drugim. (Prawo specyficzności ćwiczenia).

8. Znaczny procent błędów stanowią tzw. błędy uwikłane, mające charakter już to perseweracji, już to kompensacji. Perseweracja polega na tym, iż po rzucie błędnym zjawia się bezpośrednio drugi rzut błędny, przy czym oba błędy wykazują zgodność już to pod względem kierunku, już to pod względem siły. Przy kompensacji natomiast zachodzi niezgodność błędów następujących bezpośrednio po sobie.

9. Zarówno w pierwszym, jak i w drugim eksperymencie występuje u niektórych osób przewaga tendencji perseweracyjnej względnie kompensacyjnej. Przewaga ta nie dotyczy na ogół w obu eksperymentach tych samych osób.

Powyższe wnioski mają charakter jedynie prowizoryczny, gdyż oparte są na opracowaniu rezultatów tylko pewnej części osób badanych. Opracowanie całości materiału, co wymagałoby dłuższego czasu, pozwoliłoby na ewentualną weryfikację powyższych tez, a może też na znalezienie pewnych praw rozwojowych w zależności od wieku.

P I S M I E N N I C T W O.

- Argelander A.*: Beiträge zur Psychologie der Übung, Zft. f. ang. Ps. Bd. 19, Leipzig 1921.
- Argelander A.*: Beiträge zur Psychologie der Übung, Zft. f. ang. Ps. Bd. 21, Leipzig 1923.
- Biegeleisen B.*: Metody statystyczne w psychologii. Kraków 1935.
- Czernikow O. A.*: Badania eksperymentalne nad tworzeniem się nawyków psychomotorycznych. (ros.) Wydane w: Rudik: Psychomotoryka i kultura fizyczna. Moskwa 1935.
- Feige K.*: Präzisionsleitungen menschlicher Motorik. Leipzig 1934.
- Johnson J.*: Child psychology. Illinois. 1932.
- Kern B.*: Wirkungsformen der Übung. Leipzig 1930.
- Lazarsfeld P.*: Statistisches Praktikum. Jena 1929.
- Simpel E.*: Der Wurf (wydane w *Krüger* und *Klemm*: Motorik) München 1933.
-

STRESZCZENIA

OGÓLNA I SZCZEGÓŁOWA FIZJOLOGIA PRACY MIĘŚNIOWEJ.

P. BERGERET, P. GIORDAU I M.-V. STRUMZA. — PRACA MIĘŚNIOWA
NA WYSOKOŚCI PRZY INHALACJI TLENU.

(Travail Humain. V. 5. 1937).

Inhalatory dotychczas używane w lotnictwie francuskim dostarczają 140 l. tlenu na godzinę na wysokości 4.000 m. i 275 l./godz. na wys. 10.000 m. Ilości te mają pokrywać potrzeby procesów fizjologicznych człowieka dostatecznie chronionego przed zimnem i wykonywującego bardzo umiarkowaną pracę. Znaczne postępy, poczynione w konstrukcji samolotów z jednej strony, oraz wielkie wysiłki, na które narażone są załogi pilotów w dobie obecnej z drugiej strony, pozwalają przypuszczać, że cyfry wymienione są o wiele za niskie. Badania niniejsze, o charakterze czysto praktycznym, miały na celu dostarczenie danych dla wprowadzenia inhalatorów, pozwalających na dostateczne zaopatrzenie tlenowe w przypadkach wykonywania intensywnych wysiłków.

Danych, dostarczających pewnych wyjaśnień w zagadnieniu niniejszym, kojarzącym wpływy dwu czynników: wysokości i pracy, poszukiwano przede wszystkim w ciśnieniu parcjalnem gazów powietrza pęcherzykowego. Obserwacje poczyniono w komorze niskich ciśnień podczas pracy na cykloergomierzu. Biorąc pod uwagę, że wysiłek, z którym spotyka się lotnik w praktyce, jest raczej przerywany, stosowano pracę trwającą 2 min. o natężeniu 600 i 1200 kgm. W spoczynku zanotowano ciągły wzrost wentylacji, który wydaje się być funkcją wysokości, przy niezmiennym rytmie oddechowym. W powietrzu pęcherzykowym stwierdzono spadek parcjalnego ciśnienia O_2 oraz mniej szybki spadek ciśnienia CO_2 . Na wysokości 8000 m. krzywe ciśnienia O_2 i CO_2 zbliżają się do siebie. Wysiłek, wykonywany na wysokości bez dodawania tlenu zwiększa w porównaniu z danymi spoczynkowymi wentylację i nieznacznie rytm oddechowy, obniża słabo ciśnienie parcjalne CO_2 i intensywnie ciśnienie parcjalne O_2 w powietrzu pęcherzykowym, przy czym zbliżenie dwu krzywych (CO_2 i O_2), które w spoczynku następuje na wysokości 8.000 m., zaznacza się podczas pracy 1200 kgm/2 min. na wysokości 3.500 m, a przy pracy 600 kgm/2 min. na wysokości 5.000 m.

W drugiej serii doświadczeń stosowano próbę funkcjonalną z dodaniem tlenu, którego dowóz regulowano zależnie od ciśnienia O_2 w pę-

cherzykach płucnych, gdyż dla danej wysokości i danej pracy jest ono w znacznym stopniu proporcjonalne do ilości podawanego tlenu. Udało się zauważyć, że praca 1200 kgm/2 min., wykonywana na wysokości 4000 m, wymaga dostarczenia 300 l. tlenu na godzinę i 500 l. na godzinę na wysokości 6000 m. Praca 600 kgm/2 min. wymaga dostarczenia od 200 do 600 l. tlenu na godzinę na wysokości 4000—10000 m.

W toku badań zauważono również, że ciśnienie parcjalne CO₂ dla danej wysokości i danej pracy podlega znacznie mniejszym wahaniom, niż ciśnienie parcjalne O₂. Podwyższenie ciśnienia CO₂, wywołane wysiłkiem zostaje w znacznej mierze skompensowane przez jego spadek, który zawdzięczamy wysokości. Skoro więc zaopatrzenie w tlen jest dostateczne na danej wysokości, ciśnienie parcjalne CO₂ w powietrzu pęcherzykowym jest zawsze wyższe, niż 40 mm. Hg. Podczas pracy na wysokości nie występuje więc zjawisko akapnii

Reasumując rezultaty badań autorzy dochodzą do następujących wniosków: obecnie stosowane inhalatory pokrywają zapotrzebowanie tlenowe lotników wyłącznie w przypadkach wykonywania znikomego wysiłku dynamicznego względnie statycznego o natężeniu 5 kgm/sek. w ciągu 2 min. na wysokości 4000—6000 m. Ta sama praca wykonywana na wysokości 8000 m wymaga 400 l/godz. O₂, a na wys. 1000 m — 600 l/godz. Z chwilą gdy w grę wchodzi wysiłki intensywniejsze, które angażują większe grupy mięśniowe jak np. 10 kgm/sek. w ciągu 2 min, wydajność inhalatorów przedstawia się jak niżej; 300 l/godz. O₂ na wysokości 4000 m i 900 l/godz. na wys. 10000 m. Faktycznie ustalono jedynie cyfry dla wys. 4000—6000 m, dane dla 8000—10000 m są teoretyczne.

A. Perlberg.

PRZEMIANA MATERII I ENERGII.

WILLIAM HALL LEWIS, JR. — ZMIANY, ZACHODZĄCE Z WIEKIEM W METABOLIZMIE PODSTAWOWYM U LUDZI DOROSŁYCH.

(Am. J. Physiol. vol. 101. 1938).

Dotychczasowe badania metabolizmu podstawowego pozwoliły na wprowadzenie tabel jego średnich wartości, oznaczonych przez Benedict'a w stosunku do masy ciała, a przez Du Bois do powierzchni, a więc do wagi i wysokości ciała. Ponieważ dane te oparte są na badaniach, przeprowadzonych przede wszystkim w wieku dziecięcym i młodzieńczym, autor przedsięwziął szereg doświadczeń uzupełniających z uwzględnieniem wieku średniego i starczego. W tym celu zbadano stu zdrowych mężczyzn, ujętych w grupy 20-osobowe w wieku 40—89 lat. Nadto zbadano 2 osoby 91-letnie i jedną 101-letnią. Poza głównym badaniem, dotyczącym metabolizmu podstawowego, kontrolowano objętość wyrzutową serca, ciśnienie krwi, udział nerek w usuwaniu związków azotowych z krwi, koncentrację tych ostatnich w moczu, pojemność życiową płuc, elektrokardiogramy i rentgenogramy serca i dużych tętnic.

Stwierdzono, że metabolizm podstawowy ulega spadkowi postępowemu zależnie od wieku, przy czym daje się ująć graficznie w postaci linii prostej,

$$\text{wykreślonej na zasadzie wzoru: } \text{Cal} = Mc + r_{AC} \frac{\sqrt{\sum c^2 - (\sum c)(Mc)}}{\sqrt{\sum A^2 - (\sum A)(MA)}} (A - M_A),$$

gdzie C = ilość kalorii na m^2/godz , A = wiek, M = masa. Dla każdego dziesięciu lat, począwszy od 4-tu, spadek metabolizmu wynosi 0,664. W latach 40—44 wartość metabolizmu wynosi 37,28 Cal. W 45—49, 50, 54 i 65—69 wynosi 36 Cal. W latach 55—59 zanotowano nieoczekiwany spadek do 32,9 Cal. Po latach 70-ciu wartości średnie spadają szybko, przy czym w wieku 101 lat metabolizm nieznacznie się obniża w stosunku do wieku 72 lat, w którym wynosi 28 Cal/ m^2 .

Reasumując rezultaty badań autor dochodzi do następujących wniosków: poziom metabolizmu podstawowego obniża się w latach 40—89. Spadek ilości wytwarzanych kalorii daje się określić z równania $39,138 - 0,0678 \times \text{wiek}$. Średnie wartości w następujących po sobie dziesiątkach lat pozwalają wnioskować, że tempo spadku krzywej metabolizmu nie jest równomierne, może być zatrzymane w latach 50—79. Nadto stwierdzono znaczne różnice w obrębie poszczególnych grup osób, należących wiekiem do danych dziesiątków lat; różnice te mieszczą się w granicach $-18,3$ i $+24,4\%$.

A. P.

V. MISSIURO, D. B. DILL i H. T. EDWARDS. — WPŁYW KORTYNY NA USTRÓJ W SPOCZYNKU I PRACY.

(Am. J. Physiol. Vol. 101, 1938).

Przeprowadzono dwie serie doświadczeń na czterech osobach, przyzwyczajonych do umiarkowanych i intensywnej marszów na deptaku. W pierwszej serii każdy z badanych otrzymywał po 7 zastrzyków kortyny w ciągu $3\frac{1}{2}$ dnia, przy czym dwu z nich otrzymywało rozcieńczony wyciąg, zawierający 2—3 jednostki w 1 cm^3 , pozostali — stężony, zawierający 40—80 jednostek. W drugiej serii doświadczeń, dokonywanych kilka tygodni później podawano każdemu z badanych 2 razy dziennie po $\frac{1}{2} \text{ cm}^3$ stężonego wyciągu kortyny.

Obserwacje, poczynione nad metabolizmem podstawowym nie wykazywały znacznych zmian pod wpływem słabego wyciągu kortyny, ujawniły natomiast znikomy spadek po 4—9 zastrzykach mocnego wyciągu kortyny.

W przypadku iniekcji kortyny podczas pracy zauważono, że stosunkowo łatwy, 15-minutowy marsz z szybkością 5—6 km/godz, który normalnie wzmacnia zużycie O_2 czterokrotnie w stosunku do wartości spoczynkowej, podnosi zużycie O_2 w okresie podawania kortyny, natomiast lekko obniża po przerwaniu podawania kortyny. Najbardziej intensywny marsz, wykonywany z szybkością 11,2 km/godz. w ciągu 4—5 minut pozostawał bez wpływów podawanej kortyny. W większości zbadanych przypadków zanotowano tendencję do zmniejszenia zużycia O_2 w ciągu ostatnich min. pracy. Udało się również zauważyć, że podawanie kortyny wpływa na ograniczenie

wzrostu koncentracji kwasu mlekowego we krwi podczas pracy, natomiast pozostaje bez wpływu na poziom cukru we krwi zarówno podczas umiarkowanej, jak i wyczerpującej pracy. Iniekcja kortyny nie spowodowała żadnych zmian w liczbie czerwonych ciałek krwi podczas pracy i spoczynku, natomiast wywołała wzrost ilości białych ciałek ze szczególnym powiększeniem liczby obojętnochłonnych, gdy podczas pracy zwykłej wzrost ilości białych ciałek odbywa się kosztem zwiększenia ilości limfocytów.

Charakterystycznym skutkiem oddziaływania kortyny wydaje się być obniżone ciśnienie w okresie wypoczynku, następującym po pracy oraz skrócenie czasu powrotu ciśnienia do normy. Metabolizm podstawowy nie wykazuje pod wpływem kortyny znacznych zmian, zaś spadek zużycia tlenu podczas lekkiej pracy jest bardzo nieznaczny. Wartości RQ nie wskazują na wzmożone procesy spalania węglowodanów pod wpływem kortyny. Rozbieżność wyników niniejszych z rezultatami badań poprzednich autorzy tłumaczą możliwością różnic w koncentracji podawanego wyciągu kortyny.

Reasumując rezultaty badań autorzy stwierdzają, że iniekcja wyciągu kortyny Hartmana w ilości $\frac{1}{2}$ —1 cm³ dziennie w ciągu 3—5 dni nie powoduje znacznych zmian w procesach spoczynkowych. Sprawność w umiarkowanej pracy wzrosła na kilka dni po okresie dokonywania zastrzyków. Efekt godny uwagi wywołuje kortyna w ciśnieniu krwi podczas wypoczynku. Jako regułę stwierdzono spadek ciśnienia w początkach wypoczynku oraz szybszy jego powrót do stanu wyjściowego po podawaniu kortyny.

A. Perlberg.

KREW I KRĄŻENIE KRWI.

F. SCHLUTZ I M. MORSE. — CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA STĘŻENIE BIAŁKA, CHLORKÓW I SUMY ZASAD ZWIĄZANYCH W SUROWICY POD CZAS PRACY U PSA.

(Am. J. Physiol. Vol. 121, 1938).

Omawiana praca jest częścią obszernych badań nad zmianami zachodzącymi w równowadze kwasowo-zasadowej w surowicy psa pod wpływem długotrwałego wyczerpującego wysiłku.

Jak wiadomo po pracy fizycznej stale występuje obniżenie zawartości dwuwęglanów w surowicy; dla wyjaśnienia przyczyny tego zjawiska autorzy próbowali oznaczać zawartość białka, sumy zasad i chlorków w surowicy. Badania wykonywano na psach trenowanych przez długi okres czasu. Jako pracę stosowano bieg w deptaku lub pływanie, w niektórych przypadkach z obciążeniem (od 300 do 500 g). Doświadczenia przeprowadzono aż do wyczerpania zwierzęcia, czas trwania doświadczenia zależał więc od indywidualnej wydolności psa, tempa pracy, kąta nachylenia bieżni, temperatury otoczenia i wahał się od 1—6 godz. podczas biegu i od 2—12 godz. podczas pływania.

Pod wpływem biegu stwierdzono w surowicy wzrost zawartości białka, sumy zasad i chlorków, pod wpływem pływania odwrotnie — spadek wymienionych wyżej składników. Otrzymane wyniki nasunęły autorom przypuszczenie, że stężenie białka, chlorków i sumy zasad związanych zależy od zawartości wody w ustroju. W czasie biegu bowiem organizm traci pewną ilość wody przez parowanie, dzięki temu stężenie oznaczanych składników wzrasta; w czasie zaś pływania zwierzę połyka wodę i naskutek tego stężenie zarówno białek, chlorków jak i sumy zasad obniża się. Dla wykazania, że zwierzę w czasie pływania pije wodę, zastąpiono w niektórych doświadczeniach wodę izotonicznym roztworem chlorku sodu. Stwierdzono wówczas, że stężenie białek spada podobnie jak w poprzednich doświadczeniach, natomiast stężenie chlorków wzrasta (stężenie sumy zasad ulega nieznacznemu obniżeniu).

Dokładne wejrzenie w otrzymane wyniki pozwoliło autorom na stwierdzenie, że wzrost stężenia chlorków w surowicy jest ściśle związany ze stratą ciężaru ciała podczas pracy. Zależność stężenia sumy zasad od zmian ciężaru ciała jest o wiele mniej wyraźna, w przypadku zaś białek można jedynie stwierdzić pewną tendencję do zwiększenia ich zawartości gdy ustrój traci na wadze. Ponieważ strata ciężaru ciała w czasie pracy polega głównie na stracie wody, można więc przypuszczać, że stężenie chlorków w surowicy zależy w znacznej mierze (jeśli nie całkowicie) od zawartości wody w ustroju. Na stężenie białka wpływać zaś muszą jeszcze inne czynniki; w pierwszym rzędzie należy wziąć pod uwagę zmiany ciśnienia hydrostatycznego w naczyniach krwionośnych lub też ciśnienia osmotycznego w komórkach, występujące w czasie pracy; zmiany te wpływają na przechodzenie cieczy, zawierającej dyfundujące jony, z naczyń krwionośnych do cieczy międzykomórkowej.

Większy spadek zawartości sumy zasad niż chlorków, którego nie można wytłumaczyć wymianą jonów chlorowych pomiędzy krwinkami a surowicą, należy prawdopodobnie uważać za skutek wydalania zasad przez nerki z innymi anionami niż Cl^- — prawdopodobnie w postaci siarczanów i fosforanów.

Skład moczu analizowanego przed pracą i w dwóch frakcjach dobowych po pracy wykazuje wyraźne różnice: pod wpływem wysiłku wzrasta % zawartość fosforanów, siarczanów, w mniejszym stopniu węglanów, zmniejsza się natomiast zawartość chlorków. pH moczu pod wpływem pracy spada.

Autorzy obliczają, że około 50% spadku wagi ciała w czasie pracy przypada na stratę wody z krwinek, surowicy i cieczy międzykomórkowej.

S. Niemierko.

E. B. KOCH. — ZDOLNOŚĆ KRWI WIĄZANIA O_2 I CO_2 W WARUNKACH NISKIEGO CIŚNIENIA.

(Luftfahrtmed. B. 2, 1938).

W latach ostatnich zostały przeprowadzone systematyczne badania z zakresu krążenia w warunkach niskiego ciśnienia. Rezultaty badań, dotyczące ciśnienia krwi oraz rytmu serca pozwoliły wejść w czynność

układu vegetatywnego i rozróżnić trzy jego okresy, następujące w miarę obniżania ciśnienia O_2 : 1. W okresie pierwszym daje się zauważyć nie, jak dotychczas przypuszczano, wzrost pobudliwości ośrodków vegetatywnych, ale jej spadek, dochodzący nawet do zera. 2. W okresie drugim, zwanym krytycznym, zostają wyłączone wszystkie normalne odruchy, układ vegetatywny pozostaje jedynie pod wpływem metabolitów hypoksemicznej przemiany materii. 3. W okresie tym w miarę dalszego obniżania ciśnienia O_2 następuje pewnego rodzaju paraliż ośrodków vegetatywnych.

W pracy niniejszej wobec niemożliwości przeprowadzenia badań nad bezpośrednimi zmianami przemiany materii układu nerwowego, ograniczono się do oznaczeń pH we krwi oraz zdolności wiązania O_2 i CO_2 . W okresie pierwszym stwierdzono u zwierząt wzrost pH. Początkowa alkalozja, która wzrasta równoległe do stanu hyperpnoe, pozostaje z jednej strony w związku ze zwiększonym wydalaniem CO_2 , z drugiej z redukcją ilości oksyhemoglobiny. Zanotowany spadek rezerwy alkalicznej w danym okresie nie jest skutkiem pojawienia się kwasu we krwi; raczej wynika z tego, że uwalniane zasady przez wydany CO_2 wywędrowują z krwi. W okresie następnym stwierdzono wyraźne zakwaszenie krwi. Obniżenie się pH krwi następuje nieco później, niż wzrost kwasoty ośrodków nerwowych, a więc moment podrażnienia n. vagus i ośrodków zwięzających naczynia krwionośne ma miejsce wcześniej.

Nadto zauważono, że w miarę wznoszenia się na wysokość ciśnienie O_2 spada szybciej, niż zawartość O_2 we krwi. W warunkach anoksemicznych wzrasta więc zdolność krwi wiązania tlenu. Zanotowano jednocześnie zwiększoną zdolność wiązania CO_2 . W okresie drugim w miarę spadku pH zdolność wiązania CO_2 wyraźnie maleje i utrzymuje się poniżej wartości wyjściowej, nieco spada również zawartość O_2 , przy czym pozostaje jednak zawsze powyżej normy. W przypadku niemożności adaptacji do warunków wysokościowych zdolność wiązania O_2 i CO_2 wyraźnie maleje.

A. Perlberg.

BACKMANN P., PIRILÄ V., RAEKALIO T., VÄÄNÄNEN I. — WAHANIA W ZAWARTOŚCI KREATYNY I KREATYNYNY WE KRWI POD WPLYWEM OSTREGO TRENINGU.

(Skand. Arch. B. 78, 1938).

W dotychczasowych nielicznych badaniach nad wpływem pracy mięśniowej na zawartość kreatyny i kreatyniny we krwi zauważono (Käcl, Eimer), że u osób wytrenowanych występują po pracy mniejsze zmiany niż u osób niewycwiczonych. Backman i współpr. mieli na celu sprawdzenie powyższego wyniku. Osobnik badany wykonywał pracę dozowaną na ergomierzu Johansona (podnoszenie ciężaru 25—70 kg) aż do wyczerpania, następnie po 3-min. wypoczynku znów kontynuował aż do chwili niemożności pociągania ciężaru. Początkowo przy codziennym treningu doprowadzano do 20 momentów wyczerpania, po pewnej wprawie, gdy czas trwania pracy przedłużał się — do 10.

Na zasadzie otrzymanych wyników autorzy dzielą badanych osobników na dwa typy: u I-ego, odznaczającego się słabszą budową ciała — zawartość sumy kreatyny i kreatyniny wykazuje w czasie długotrwałego treningu mniej lub więcej regularnie występujące okresy zwiększonego i obniżonego poziomu, u drugiego zaś typu — o silnej konstytucji poziom kreatyny jest bardziej stały, wahania zawartości mniej wyraźne. Po jednorazowym wykonaniu pracy zawartość sumy kreatyny i kreatyniny we krwi zmniejsza się, jeśli pomiar był wykonywany w okresie zwiększonego poziomu, w przeciwnym zaś przypadku spada.

Maksymalna zawartość sumy kreatyny i kreatyniny przypada u wszystkich badanych na okres wypoczynku po treningu, u osobników słabszych wcześniej niż u silniejszych.

Zawartość kreatyny i kreatyniny ulega zmianom różnokierunkowym, przemawia to za przekształceniem się jednego składnika w drugi; zawartość kreatyny ulega większym zmianom niż kreatyniny.

S. Niemierko.

BLUM J. — PRZYCZYNEK DO BADAŃ ACETYLOCHOLINY WE KRWI.
(Arch. Intern. Physiol. Vol. XLVI, 1938).

Wielu autorów badało krew na obecność acetylocholíny. Otrzymywali wyniki zmienne i często sprzeczne ze sobą. Wszyscy jednak robili doświadczenia z wyciągami krwi i dlatego możemy im za Franelem zarzucić, że sam proces ekstrakcji powoduje być może przejście acetylocholíny z postaci nieczynnej do działającej, czy też ułatwia jej syntezę.

W przytoczonej pracy zarzut ten usunięto, ponieważ oznaczano acetylocholínę we krwi całkowitej sposobem Minza. Oznaczenie wykonywano na mięśniach grzbietowych pijawek. Mięśnie te reagowały jeszcze skurczem na stężenie acetylocholíny $1/10^{11}$ — $1/10^9$. Badania przeprowadzono w dwóch seriach: I) badanie krwi zwierzęcia prawidłowego, II) badanie krwi zwierzęcia umierającego z powodu skrwawienia.

Badania dały wynik następujący: krew zwierzęcia wypoczętego powoduje skurcz mięśnia pijawki w 2% przypadków, krew zwierzęcia pobrana po wywołaniu szeregu skurczów mięśniowych daje reakcję w 8% przypadków. Krew zwierzęcia znużonego reaguje tylko w 6% przypadków.

W drugiej serii: krew zwierzęcia umierającego pobrana z żyły udowej wywoływała skurcz pijawki w 19% przypadków, krew zwierzęcia umierającego pobrana z serca reagowała w 66%, krew zwierzęcia martwego pobrana z serca wywoływała odczyn pijawki w 44% przypadków.

Można wyciągnąć z tych wyników wnioski następujące: Nigdy nie ma acetylocholíny we krwi zwierzęcia zdrowego, wypoczętego. Nie wydaje się również, by powstawała ona podczas pracy mięśniowej. Niemniej jednak od czasu do czasu jesteśmy w stanie ją wykryć.

Natomiast u zwierząt z patologicznym układem krążenia wykrywamy w znacznym procencie przypadków acetylocholínę. Fakt, że w dość dużej ilości przypadków nie wykryto acetylocholíny u zwierząt chorych można wytłumaczyć tym, że znajdowała się ona w zbyt małej ilości i nie była w stanie wywołać skurczu mięśnia pijawki.

Natolski.

HEIRMAN. — ZMIANY ODDZIAŁYWANIA ADRENALINY NA MIĘSIEŃ SERCOWY PODCZAS JEJ UTLENIANIA FENOLAZĄ.

(Arch. Internat. Physiol. XLVI, 1938).

Nie zna się dotychczas prawie zupełnie zmian właściwości biologicznych adrenaliny podczas jej utleniania. Wiadomo, że roztwór adrenaliny utleniany przez fenolazę różowieje, powstaje ciało wyizolowane i opisane przez Greena i Richtera tzw. adrenochrom, całkowicie pozbawiony właściwości biologicznych. Roztwór po pewnym czasie odbarwia się i wytrąca się z niego kłaczkowaty strąk melaniny.

Bacą w swej pracy o ciałach przeciwutleniających uważa, że „hypertonia sympatyczna” w chorobie Basedowa jest uzależniona od obecności ciał opóźniających utlenianie adrenaliny, tkanki uczulają się i reagują silniej na adrenalinę. Byłaby to zatem hipertonia obwodowa. W związku z tym autor zbadał wpływ fenolaz na utlenianie adrenaliny i tyraminy.

Z wszystkich zbadanych fenolaz najbardziej czynnymi okazały się tyrozynaza otrzymana z *Psaliota Campestris* i katecholoksydaza z kartofli. Adrenalinę badano w roztworach 1/10⁵. Badania przeprowadzono w dwóch seriach *in vitro* i *in vivo*.

In vitro badano utlenianie adrenaliny metodą Bonhomme'a w hemoglobinometrze Tallqvista i stwierdzono, że fenolaza z grzybów czy kartofli przyspiesza utlenianie roztworu. Całkowity okres utleniania adrenaliny fenolazą trwa 24 godziny. Autooksydacja trwa bez porównania dłużej. Podczas utleniania pH roztworu nie zmienia się.

In vivo badano utlenienie adrenaliny na izolowanym sercu żaby. Adrenalina, działając na serce izolowane, daje dodatnie efekty chrono- i inotropowe. W obecności fenolazy nie ma żadnego działania lub też działanie chrono- i inotropowe ujemne.

Serce izolowane, na które zadziała adrenalina utleniona, często przestaje potem reagować na adrenalinę zwykłą. Autor wyciąga z tego wniosek, że podczas utleniania adrenaliny przez fenolazę powstaje ciało hamujące działanie adrenaliny, nazwane przez niego adenozyzną.

*Natolski.***D. B. DILL I L. BROUHA.** — BADANIA NAD RYTMEM SERCA PODCZAS ĆWICZEŃ W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU I STANU WYTRENOWANIA.

(Travail Humain, 1937).

Praca serca w zależności od stanu organizmu była przedmiotem licznych badań, na podstawie których układano cały szereg testów, świadczących o sprawności fizycznej człowieka. Dokładniejszych danych dostarczyły dopiero obserwacje, poczynione za pomocą kardiotachometru Boas'a i Goldschmidt'a, który pozwolił notować rytm serca nie tylko w stanie spoczynku i wypoczynku, ale i podczas pracy.

Przedmiotem niniejszych badań jest ustalenie zależności rytmu serca od stanu wytrenowania i wieku. Kompletniej odpowiedzi na powyższe zagadnienia autorzy oczekują od badań, będących w toku i dotyczących grupy

chłopców od 12—19 lat, którzy pozostaną pod obserwacją przez cały okres szkoły średniej oraz studiów wyższych. Celem szybszej orientacji autorzy ograniczają się na razie do podania wyników badań przeprowadzonych na dwóch grupach osób od 12—19 lat i od 21—50 lat; przy czym w każdej z nich są jednostki mniej i więcej wytrenowane. Poszczególne doświadczenie obejmuje notowanie rytmu serca w spoczynku, bezpośrednio przed pracą (celem wykazania wpływu emocji oczekiwanej pracy), podczas biegu na zmechanizowanej bieżni z szybkością 5,6 km/godz., podczas 10-minutowej przerwy, po której odbywa się dalszy bieg z szybkością 11,2 km/godz., wykonywany przez badanego aż do zupełnego zmęczenia (maximum 5 minut). Podczas wypoczynku po pracy badano również wymianę gazową oraz celem określenia zawartości kwasu mlekowego pobrano próbkę krwi.

Wzrost tętna, stwierdzany bezpośrednio przed rozpoczęciem pracy, jest jednakowy dla grupy osób dorosłych niewytrenowanych, jak i wytrenowanych, wśród których znajdowało się kilku biegaczy, kilku maratończyków i kilku piłkarzy. Ten początkowy wzrost, który pozostaje w związku z wpływami emocjonalnymi, jest na ogół słabszy w grupie młodych chłopców, niż w grupie dorosłych. W pierwszych momentach pracy umiarkowanej (0,1 min.) przyśpieszenie rytmu serca w grupie młodych chłopców jest większe, niż u dorosłych. W następnych minutach pracy nie zanotowano żadnej zależności między przyśpieszeniem tętna a wiekiem, natomiast w ostatnich 5-ciu minutach tętno u wyżej wymienionych sportowców utrzymuje się na stałym poziomie, u wszystkich zaś niewytrenowanych ulega dużym wahaniom oraz okazuje skłonność do znaczniejszego wzrostu. Na ogół stwierdzono, że sportowcy przedstawiają grupę osób o wolniejszym tętnie, które ulega znacznemu przyśpieszeniu podczas pracy. Pozostałe trzy grupy badanych charakteryzują się bardziej przyśpieszonym rytmem spoczynkowym oraz słabym jego przyśpieszeniem podczas pracy. Początkowe przyśpieszenie rytmu serca, które jest największe i występuje w pierwszych 6 sekundach pracy, należy przypisać wpływom emocjonalnym. Bardziej umiarkowany wzrost tętna w miarę dalszego trwania pracy zależy od zmian fizyko-chemicznych we krwi i tkankach, jak i od wielu innych zmian natury nerwowej i hormonalnej. Uzyskanie stałego poziomu rytmu serca pozostaje w ścisłym związku z okresem „steady state”. Podczas bardzo intensywnej pracy nie stwierdzono stanu równowagi, co należy tłumaczyć tym, że mechanizm przyśpieszający pracę serca zostaje tak silnie pobudzony, iż serce natychmiast bije w swoim najwyższym rytmie. Maksymalne tętno 199—210 zanotowano u osób w wieku 17—21 lat. W wieku 44—50 lat maksymalne tętno zbliża się do 163, przy czym stosowany intensywny wysiłek musiał być przerwany przed upływem 5 minut. Wobec powyższego należy wnioskować, że zmniejszona sprawność fizyczna, występująca z wiekiem, pozostaje w związku z niemożnością dalszego przyśpieszenia rytmu serca.

Obserwacje, poczynione podczas wypoczynku, wykazują dla wszystkich badanych bez różnicy wieku i stanu wytrenowania, zwolnienie tętna w pierwszych 6 sek. od 1—2 uderzeń po pracy umiarkowanej i od 3—5 uderzeń po pracy maksymalnej. W dalszym okresie wypoczynku zaznaczają się wybitne różnice: rytm serca u sportowców wraca po kilku minutach

do normy, u młodych chłopców wytrenowanych zmniejsza się w ciągu 3 min. po pracy o 75 uderzeń, u niewytrenowanych o 63. Wpływy emocjonalne, występujące wydatniej u dorosłych, niż u młodych w oczekiwaniu początku pracy zaznaczają się bardziej wyraźnie u pierwszych również i podczas wypoczynku w oczekiwaniu punkcji żyłnej.

Reasumując rezultaty badań, autorzy dochodzą do następujących wniosków: 1) w wieku od 12—25 lat nie ma znacznych różnic w rytmie serca pod wpływem pracy fizycznej; 2) przyspieszenie rytmu serca z chwilą rozpoczęcia pracy nie pozostaje w żadnym związku ze stanem wytrenowania; 3) zwalnianie rytmu serca po ukończeniu pracy pozostaje w ścisłej zależności od stanu wytrenowania; 4) maksymalny rytm serca 180—210 stwierdzono w wieku 12—25 lat.

A. Perlberg.

WPLYW PRACY NA NARZĄDY I FUNKCJE.

R. FRANZ. — WPLYW ĆWICZEŃ CIELESNYCH NA USTRÓJ KOBIECY.

(Ärztl. Praxis, Nr. 2, 1938).

Do czynników zewnętrznych wywierających wpływ na konstytucję człowieka należą bez wątpienia ćwiczenia cielesne (gimnastyka, sporty). Prowadzą one do zwiększenia masy mięśni szkieletowych, wzmocnienia układu więzadłowego, rozwoju i udoskonalenia koordynacji ruchów, stanowiąc, tym samym, trening również i dla ośrodkowego układu nerwowego. Jednak szczególnie ważką rolę odgrywają ćwiczenia fizyczne, jeśli chodzi o wpływ ich na układ nerwowy roślinny. Ćwiczenia fizyczne (szczególnie sporty) wywołują gotowość ustroju do pokonania znacznego wysiłku, jest to tzw. odczyn gotowości (Bereitschaftsreaktion), którego istota polega na ogólnym zwiększeniu pobudliwości układu nerwowego współczulnego, na wzmożonym wytrząsaniu adrenaliny z nadnerczy, dzięki czemu wydolność mięśnia zmęczonego wzrasta prawie w dwójnasób. Pobudzenie układu nerwowego współczulnego prowadzi do przemieszczenia krwi w ustroju oraz do przestrojenia humoralnego; rzecz prosta, że zmiany te odbijają się wybitnie na narządach rodnych kobiety.

Zamierzając oceniać wpływ ćwiczeń fizycznych na czynność narządów płciowych kobiety, należy omówić oddziaływanie ich na przebieg miesiączki, na czynność rozrodczą oraz schorzenia narządów płciowych kobiecych.

Podczas miesiączki już w warunkach prawidłowych ma miejsce wzmożona pobudliwość układu współczulnego. Dzięki temu, jak również pod wpływem podrażnienia wywieranego przez obrzmiałą śluzówkę i krew gromadzącą się w jamie macicy, oraz pod wpływem działania hormonów, w czasie miesiączki występują skurcze macicy. Pod wpływem ćwiczeń fizycznych ten stan pobudzenia jeszcze się nasila, bowiem każda czynność układu nerwowego ośrodkowego i mięśni poprzecznie prążkowanych odbija się automatycznie na układzie współczulnym, wywołując skurcze macicy.

Wpływ ćwiczeń fizycznych na przebieg miesiączki zależny jest nie tylko od długotrwałości ich zastosowania, ale również od ich rodzaju, nasilenia, a także od własności indywidualnych ćwiczących.

Działanie ujemne ćwiczeń fizycznych wystąpić może bądź przy zbyt silnych i nagłych wstrząsach ciała, które pociągają za sobą nadmierne obkurczanie się macicy, bądź przy silnym oziębieniu, które powoduje niekiedy zaburzenia ukrwienia w małej miednicy z następowym wystąpieniem bólów miesiączkowych, bądź po ogólnym wyczerpaniu, które odbija się na stanie czynnościowym gruczołów dokrewnych. Również przemęczenie duchowe i urazy psychiczne zaliczamy do możliwych uszkodzeń sportowych.

Pod wpływem wymienionych szkodliwości nastąpić może krwawienie maciczne poza okresem miesiączkowym, nagłe ustanie krwawienia miesiączkowego, nieregularność przebiegu miesiączki.

Wpływ ćwiczeń cielesnych na napięcie mięśnia macicy jest, prawdopodobnie, zależny od tego, czy kobieta uprawiająca sport jest wago- czy sympatykotoniczką (Eppinger, Hess). Walthard zwraca uwagę na to, że u sympatykotoniczek pod wpływem ćwiczeń fizycznych mogą wystąpić stany skurczu spastycznego macicy, podczas gdy u dziewcząt z przewagą napięcia nerwu błędnego wszelkie ćwiczenia fizyczne albo nie wywierają wpływu na miesiączkowanie, albo też powodują zmniejszenie nadmiernego krwawienia.

Obecnie podkreśla się również zależność zachodzącą pomiędzy zaburzeniami miesiączkowymi, a typem konstytucyjnym kobiety. Gaessner np. uważa, że zaburzenia miesiączkowe rzadko występują u pykniczek, podczas gdy zaburzenia miesiączkowania i czynności rozrodczej towarzyszą konstytucji leptosomicznej lub astenicznej, albo też często zjawiają się u kobiet o budowie męskiej. Kobiety o konstytucji atletycznej, pomimo znacznego niedoboru podściółki tłuszczowej, cechują się zwykle prawidłowo przebiegającymi miesiączkami i prawidłową płodnością.

Spostrzeżenia nad przebiegiem miesiączek u zdrowych kobiet uprawiających sporty nie doprowadziły dotychczas do wniosków jednolitych.

Runge podaje 20% przypadków zaburzeń miesiączkowych wśród kobiet ćwiczących, Vignes — 30%, Hellendall stwierdził w 13,5% pomyślny wpływ ćwiczeń fizycznych na przebieg miesiączek, w 3,5% — niepomyślny, w 83% nie zaobserwował żadnych zmian itd.

Dawniej zdania wszystkich autorów zgadzały się co do tego, że wykonywanie ćwiczeń w okresie miesiączki jest szkodliwe. Obecnie na podstawie licznych badań (Runge, Michaelsen, Brunn i in.) zdołano wykazać, że u większości kobiet ćwiczenia cielesne wykonywane w okresie miesiączkowym nie wpływają szkodliwie na przebieg miesiączek. Nierzadko natomiast osiąga się na tej drodze ustąpienie dolegliwości towarzyszących miesiączkom. W przeciwieństwie do tych pomyślnych przypadków u szeregu kobiet, nawet pod wpływem niezbyt intensywnych ćwiczeń fizycznych występują zaburzenia miesiączkowe. Są to, prawdopodobnie, przypadki należące do konstytucji wago-tonicznej. Na ogół możemy stwierdzić, że ćwiczenia wykonywane w okresie miesiączkowym przez osoby zaprawione i wytrenowane nie odbijają się ujemnie na przebiegu cyklu miesiączkowego. Niebez-

pieczne są jedynie te sporty, które powodować mogą nadmierne oziębienie dolnej części brzucha (pływanie, ćwiczenia na wolnym powietrzu przy nieodpowiedniej pogodzie).

Niebezpieczeństwo uprawiania sportu w okresie ciąży polega na wywoływaniu wzmożonego działania tłoczni brzusznej, silnych wstrząsów podbrzusza, ale przede wszystkim ogólnego wyczerpania. Przemęczenie idzie zawsze w parze z nadmiernym pobudzeniem układu współczulnego, co prowadzi do stanów kurezowych macicy.

Niektórzy autorzy są zdania, że pobudzenie układu sympatycznego wywołać może krwawienie pomiędzy jajem a ścianą macicy, które grozi poronieniem. Jednak obecnie panuje przekonanie, że w przypadkach gdy płód jest zdrowy, łożysko prawidłowe, macica bez zmian chorobowych, wówczas zwykły uraz fizyczny nie jest w stanie spowodować poronienia. Nie zostało również z całą pewnością stwierdzone ogólnie panujące przekonanie, że w okresie odpowiadającym miesiączkom występuje większa skłonność do poronień. Raczej istnieje możliwość, że w końcu trzeciego miesiąca ciąży, w czasie zanikania ciała żółtego zbyt silny wysiłek fizyczny może niekiedy spowodować poronienie. Rzecz prosta, że w okresie końcowym ciąży pod wpływem wstrząsu ciała lub upadku może rozwinąć się przedwczesna akcja porodowa. Należy pamiętać, że ćwiczenia cielesne i sporty nie powinny prowadzić do wychudzenia, gdyż tłuszcz odgrywa dużą rolę w okresie ciąży, jako konieczny materiał zapasowy (Runge).

Może jeszcze być mowa wreszcie o utrudnionym porodzie u sportsmenek z powodu sztywności mięśni dna miednicy (Vignes, Küstner). Zdanie to wydaje nam się niesłuszne, gdyż przy właściwie prowadzonym porodzie, nadmierny rozwój mięśni dna miednicy nie może mieć znaczenia patogenetycznego.

Thies uważa, że na skutek długotrwałych, systematycznie uprawianych ćwiczeń fizycznych występuje bezpośrednio uszkodzenie (zwyrodnienie) protoplazmy jajnika, które pociąga za sobą zaburzenia miesiączkowe, infantyizm oraz, co za tym idzie, bezpłodność. Inni (Küstner) przypuszczają, że ćwiczenia mięśni szkieletowych odbijają się na mięśniu gładkim macicy, co prowadzi do jej niedorozwoju. Opinie te nie znajdują potwierdzenia w życiu codziennym. V. Lölhof podaje, że ilość dzieci przypadająca na małżeństwa, w których żona jest sportsmenką, wypada 2, 3, przy czym to spostrzeżenie dotyczy kobiet zupełnie jeszcze młodych.

Niesłuszne jest również mniemanie, że sport uprawiany w okresie dojrzewania wywołuje u dziewcząt zmiany miednicy, upodabniające ją do miednicy męskiej (Sellheim, Küstner), a co za tym idzie, wywołujące przeszkody w przebiegu normalnego porodu. Zdanie to jest sprzeczne z zasadą biologiczną głoszącą, że: wpływ czynników konstytucjonalnych, dziedzicznych przeważa wszelkie wpływy czynników zewnętrznych.

Spostrzeżenia wykazują, że rzeczywiście lekkoatletki posiadają budowę smuklejszą, bardziej chłopcę, należy to uważać jednak nie za skutek uprawianego sportu, a za moment predysponujący do dobrych wyników w lekkoatletyce kobiecej.

Nie jest możliwe, jak to uważali niektórzy autorzy, aby używanie sportów (wstrząsy ciała) sprzyjało rozwojowi ciąży pozamaciczej, nato-

miast nie ulega wątpliwości, że jajowód zawierający zaapłodnione jajo może pod wpływem wysiłków fizycznych pęknąć.

Opinia lekarzy chorób kobiecych co do wpływu ćwiczeń fizycznych w okresie ciąży sprowadza się do tego, że w okresie ciąży nie należy rozpoczynać uprawiania nowego sportu, jednak uprawianie dawnego sportu lub ćwiczeń fizycznych nie powinno być zabronione. Niekiedy należy nawet skłonić kobiety ciężarne do lekkich ćwiczeń fizycznych. Należy, rzecz prosta, unikać ćwiczeń, których uprawianie pociąga za sobą wstrząsy ciała, lub nadmierne napinanie błony brzusznej (skoki, jazda konno), przemęczenie lub wysiłki psychiczne. Gdy nie istnieją żadne przeciwwskazania, już w 2 lub 3 dniu połogu stosujemy lekką gimnastykę w postaci ćwiczeń ramion, ćwiczeń oddechowych i tzw. „chodzenia w łóżku”. Te krótkie ćwiczenia pomyślnie wpływają na przemianę materii, przyspieszają odpływ odchodów z macicy, wzmagają napięcie powłok brzusznych i przywracają czynność jelit do normy.

Walthard na drodze stosowania ćwiczeń oddechowych zamiast 16% uzyskał 3% zakrzepów poporodowych.

Ważnym zagadnieniem jest wpływ ćwiczeń fizycznych na istniejące schorzenia narządów rodnych kobiecych, lub też na powstawanie nowych. Najlepszym sposobem leczenia spraw zapalnych narządów płciowych jest spokój. Z tego wynika, że w przypadkach świeżych spraw zapalnych szyjki macicy, trzonu macicy i przydatków wszelkie sporty i ćwiczenia cielesne są przeciwwskazane. Przy starych sprawach zapalnych lekkie ćwiczenia cielesne mogą być wykonywane, jednak nie w okresie miesięczkowym; przeciwwskazane są pływanie w morzu, przebywanie dłuższe na plaży oraz sporty wymagające gwałtownych rzutów ciała.

Reasumując, można powiedzieć, że planowo prowadzone ćwiczenia fizyczne, przystosowane do ustroju kobiecego, wywołują dodatni wpływ na stan zdrowia kobiety. Nawet w przypadkach niektórych stanów chorobowych można przy pomocy odpowiednich, przez lekarza ocenianych, ćwiczeń fizycznych osiągnąć zahamowanie procesu chorobowego, polepszenie lub wyleczenie.

O. Nietupska.

UKŁADY REGULACYJNE.

G. L. BROWN. — PRZEWODZENIE Z ZAKOŃCZEŃ NERWOWYCH PRZEZ ACETYLOCHOLINĘ.

(Physiol. Rev. V. 17, 485, 1937).

Teoria chemicznego przewodzenia w sercu opiera się na następujących faktach: 1. Podczas drażnienia nerwów błędnych w sercu wyzwała się ciało, które farmakologicznie zachowuje się jak nietrwały ester cholicy. 2. Działając na inne serce ciałem wyzwolonym przy drażnieniu nerwu błędnego („Vagusstoff” Loewie’go), albo acetylocholiną (A. Ch.), otrzymuje się efekty identyczne jak przy drażnieniu nerwu błędnego. 3. Atropina znosi działanie A. Ch. na serce. 4. W obecności atropiny drażnienie nerwów

błędnych nadal wyzwala A.Ch., ale nie działa na serce. 5. Serce, krew i inne tkanki zawierają esterazę, która szybko hydrolizuje estry cholinyl. 6. Działanie esterazy hamuje ezeryna, która powoduje przedłużenie i wzmocnienie skutków drażnienia nerwów. Acetylocholina naśladowuje działanie nerwów parasympatycznych nie tylko w sercu, ale i w całym ustroju. Dale w 1914 r. badając szczegółowo działanie A. Ch. podzielił je na 2 grupy: I. działanie muskarynowe i II. działanie nikotynowe. Działanie muskarynowe odpowiada drażnieniu nerwów należących do układu parasympatycznego. Ponadto estry cholinyl i muskaryna mają działanie, które nie odpowiada układowi parasympatycznemu, a mianowicie: wywołują wydzielanie potu przez gruczoły anatomicznie unerwione przez układ współczulny. Wszystkie reakcje muskarynowe mają wspólne cechy: można je łatwo znieść przez uprzednie podanie atropiny i są pochodzenia czysto obwodowego, gdyż utrzymują się po zatruciu zwojów nikotylną i po usunięciu mózgu i rdzenia kręgowego.

Działanie nikotynowe estrów cholinyl można wykazać tylko po usunięciu działania muskarynowego przez podanie atropiny. W tych warunkach duże dawki tych estrów powoduje u ssaków wzrost ciśnienia krwi, który się zmniejsza po usunięciu nadnerczy, nie zależy od całości centralnego układu nerwowego, ale znika, jeżeli zwoje sympatyczne są porażone przez duże dawki nikotyny. Szczegółowe badania wykazały, że estry cholinyl drażnią komórki zwojowe, wywołują wydzielanie rdzenia nadnerczy i działają jak nikotylna na mięśnie prądkowane. Jedynym estrem cholinyl, który udało się dotychczas wyisobnić z tkanek zwierzęcych, jest A. Ch. Farmakologicznie wykazano ją prawie we wszystkich tkankach.

W dalszym ciągu autor uzasadnia konieczność wprowadzenia obok podziału anatomicznego na nerwy współczulne i obokwspółczulne również podziału czynnościowego na cholinergiczne i adrenergiczne. Ponadto należy rozróżnić przewodzenie muskarynowe i nikotynowe. Prawdopodobnie A. Ch. działa tylko na komórki zaopatrzone w nerwy cholinergiczne. Włókna cholinergiczne występują poza nerwami obokwspółczulnymi również w niektórych nerwach anatomicznie współczulnych. Z drugiej strony nerwy obokwspółczulne zawierają włókna adrenergiczne. Przewodzenie muskarynowe występuje w unerwieniu obokwspółczulnym. Charakteryzuje się ono długim okresem utajenia, długim czasem działania, możliwością sumowania, przedłużeniem działania pod wpływem ezeryny, która hamuje esterazę. W normalnych warunkach obecność esterazy w tkankach i we krwi zapobiega odległemu działaniu wyzwolonej przy drażnieniu A.Ch. To też na ogół przenośnik może działać tylko na inne komórki tej samej tkanki. Natomiast w obecności ezeryny działanie wyzwolonej A.Ch. może się okazać w innych tkankach. Należy jednak wziąć pod uwagę przy ocenie roli ezeryny, że wzmaga ona pobudliwość komórek również w stosunku do innych bodźców, jednak w stopniu znacznie słabszym, niż w stosunku do A.Ch. Pewną trudność dla teorii przewodzenia chemicznego stanowi fakt, że atropina stale znosi działanie muskarynowe A. Ch., natomiast nie znosi działania nerwów parasympatycznych rozszerzających naczynia, zawartych w korzonkach tylnych, w strunie błębenkowej i w nervi erigentes.

Działanie nikotynowe A. Ch. jest następujące: A. Ch. działa na zwoje w małych dawkach pobudzająco, w dużych porażająco. Przewodzenie przez A. Ch. w zwojach opiera się na tym, że zwoje zawierają znaczne ilości A. Ch., podczas drażnienia włókien przedzwojowych w zwoju wyzwala się A. Ch. Stężenie A. Ch. w cieczy przepływającej naczynia zwoju po drażnieniu nerwów przedzwojowych bywa tak wielkie, że ciecz ta może przy powtórny wprowadzeniu podrażnić zwoj. Porażenie zwoju przez nikotynę, lub t. p. znosi przewodzenie, ale nie zatrzymuje wyzwalań A. Ch. Bezpośrednie drażnienie komórek zwojowych nie powoduje wyzwalań A. Ch. Z tego wynika, że A. Ch. pochodzi z zakończeń nerwowych. Pogląd ten potwierdza fakt, że po degeneracji włókien przedzwojowych A. Ch. w zwoju znika prawie zupełnie.

Zwoje zawierają znaczne ilości esterazy, prawdopodobnie związanej z zakończeniami nerwowymi, gdyż po ich degeneracji ilość esterazy znacznie się zmniejsza. Brown przedstawia następująco mechanizm przewodzenia: zakończenia przedzwojowe wyzwalają na powierzchni komórek małe ilości A. Ch. drażniąc komórki. To wyzwalań i podrażnienie musi zachodzić w okresie opóźnienia na synapsach. W okresie refrakcyjnym wyzwolona A. Ch. musi być zredukowana do poziomu podprogowego, najprawdopodobniej przez esterazę.

Przewodzenie w zakończeniach nerwomięśniowych również odbywa się za pośrednictwem A. Ch. Pogląd ten opiera się na następujących danych. Włókna cholinergiczne mogą zastępować włókna nerwowe ruchowe zaopatrujące mięśnie szkieletowe i odwrotnie. Drażnienie nerwów ruchowych powoduje wyzwalań A. Ch. w mięśniach. Bezpośrednie drażnienie mięśni odnerwionych nie wyzwala A. Ch. W obecności kurary A. Ch. jest nadal wyzwalań, ale nie drażni mięśni. Wprowadzenie A. Ch. do tętnic normalnych mięśni ssaków daje krótki skurcz podobny do normalnego. Powstały przy tym skurcz jest krótkim asynchronicznym tęćcem. Fale skurczów zaczynają się w okolicy zakończeń nerwowych. Ezeryna zmienia pojedynczą reakcję na pojedynczy impuls nerwowy w krótki zanikający tęćec. To wzmożenie reakcji dają również i inne ciała hamujące esterazę proporcjonalnie do ich działania na esterazę *in vitro*.

A. Ch. biorąc udział w przewodzeniu jest prawdopodobnie utrzymywana w stanie nieczynnym w zakończeniach nerwowych, a więc procentowa zawartość A. Ch. powinna być proporcjonalna do stopnia unerwienia tkanki. Zwoje zawierają bardzo bardzo liczne zakończenia nerwowe w małej masie tkanki i ogromną ilość A. Ch., mięsień znacznie mniejszą. Brown wysuwa tylko 2 możliwości wyzwalań A. Ch.: albo z zapasów uzupełnianych przez syntezę, albo indywidualną syntezę przez każdy impuls. Długotrwałe drażnienie pozwala uzyskać ze zwoju 5 razy więcej A. Ch., aniżeli daje się wyekstrahować ze zwoju, a mimo to ilość dająca się wyekstrahować nie zmniejsza się.

A. ROSENBLUETH. — PRZEWODZENIE IMPULSÓW NERWÓW SYMPATYCZNYCH.

(Physiol. Rev. V. 17, 514, 1937).

Autor omawia tylko przewodzenie impulsów z włókien adrenergicznych do komórek efektorów. Cały szereg autorów stwierdził, że drażnienie nerwów sympatycznych wyzwała 1 lub więcej substancyj, działających sympatikomimetycznie. Sympatyna ma własności bardzo zbliżone do adrenaliny. Odnierwienie efektorów wzmacnia wrażliwość zarówno na sympatynę, jak i na adrenalinę. Działanie tych ciał sumuje się. Również wspólne pochodzenie embrjonalne rdzenia nadnerczy i komórek zwojów sympatycznych nasuwa przypuszczenie, że mogą one wydzielać podobne substancje. Kokaina zwiększa wrażliwość tkanek zarówno na adrenalinę, jak i na sympatynę, w trzeciej powiece kota, stosowanej jako wygodny test na sympatynę, działanie to jest nawet ilościowo jednakowe. Badania chemiczne również potwierdzają pogląd o podobieństwie tych ciał. I jedno i drugie jest niszczone po dodaniu eoizyny i wystawieniu na światło, po 24 godzinach stania na powietrzu lub ogrzewaniu do 100°. Reakcje chemiczne obu ciał są również jednakowe. Widma pochłaniania obu ciał w ultrafiolecie są jednakowe. Istnieją jednak również różnice między adrenaliną i sympatyną. Po ergotoksynie adrenalina zamiast podwyższać obniża ciśnienie krwi. Ergotoksyna nie znosi wyzwalania sympatyny, jakkolwiek znosi jej działanie. Drażnienie nerwów sympatycznych lędźwiowych po ergotoksynie daje natychmiastowy spadek ciśnienia krwi podczas drażnienia, ale wyraźny wzrost w okresie, kiedy powinna krążyć we krwi. Drażnienie nerwów wątrobowych nie dawało początkowego spadku ciśnienia, a tylko duży, długotrwały wzrost w okresie, kiedy przyspieszenie serca wykazywało obecność sympatyny we krwi. Znalezione również różnicę pomiędzy sympatyną wyzwalaną przy drażnieniu nerwów sympatycznych lędźwiowych i wątrobowych, porównując ich działanie na dwa różne efekторы.

Po podaniu preparatu 933 F adrenalina zwalnia skurcze serca żaby, podczas gdy drażnienie nn. accelerantes wywołuje typowe przyspieszenie. Na podstawie tych wszystkich faktów można przypuszczać, że sympatyna wyzwalana w różnych tkankach różni się od adrenaliny, jak również, że różne tkanki dają różne sympatyny. Według autora zjawiska te można wytłumaczyć albo przyjmując, że przekaźniki sympatyczne różnią się od siebie i od adrenaliny pod względem chemicznym, albo że różne sympatyny są odmianami zasadniczego przekaźnika — adrenaliny. Przeciwno pierwszemu przypuszczeniu przemawia podobieństwo własności fizjologicznych i chemicznych wszystkich sympatyn i adrenaliny. Wobec tego, że sympatyny albo drażnią, albo hamują czynność tkanek, Cannon i Rosenblueth wysunęli przypuszczenie, że istnieją dwie zasadnicze odmiany — sympatyna pobudzająca *E* i sympatyna hamująca *I*. Jakim zmianom ulega adrenalina przechodząc w sympatynę *E* lub *I*? Łączy się to z ogólniejszym zagadnieniem: dlaczego adrenalina lub acetylocholina w niektórych mięśniach powodują skurcze, a w innych rozkurcze? Langley w 1905 r. wysunął przypuszczenie, że różnice reakcji powodują różne receptory w samych mięśniach. Żadne inne tłumaczenie nie mogło się utrzymać. Specjalnie

ciekawe jest zachowanie się macicy, w której ciąża lub progestyna w ciągu kilku godzin odwraca reakcję z rozkurczu w skurcz. Cannon i Rosenblueth oparli się na koncepcji Langley'a. Przypuszczają oni, że wspólny pośrednik *M* (adrenalina) łączy się w komórkach efektora z jednym z dwóch receptorów, *E* lub *I*, dając odpowiednią sympatynę. Wobec tego, że zakończenia nerwowe w wielu tkankach autonomicznie unerwionych znajdują się wewnątrz komórek, do krwi przedostaje się głównie nie adrenalina, lecz odpowiednia sympatyna. Inaczej próbuje wyjaśnić opisane różnice Baq. Wysunął on następujące możliwości: 1. Sympatyna *E* jest utlenioną adrenaliną albo noradrenaliną, albo współdziałaniem adrenaliny z jonami *K'*. Sympatyną *I* byłaby sama adrenalina. Hipoteza pierwsza jest sprzeczna z doświadczeniem.

Wprowadzenie preparatu 933 F inaczej wpływa na działanie adrenaliny, a inaczej na sympatyny. Działanie adrenaliny na trzecią powiekę jest znacznie osłabione, natomiast drażnienie nerwu współczulnego na szyi daje prawie nie zmieniony efekt. Rosenblueth tłumaczy to w następujący sposób: wprowadzona adrenalina musi przeniknąć przez szereg przegród, zanim dosięgnie mechanizmu reagującego. Sympatyna natomiast jest wyzwalana w bezpośrednim sąsiedztwie receptora, prawdopodobnie wewnątrz komórek mięśnia. Można więc przypuszczać, że 933 F powoduje nieprzepuszczalność komórek dla adrenaliny, nie wpływając na działanie sympatyny. Za tym przemawia to, że 933 F znosi działanie również i innych ciał poza adrenaliną, podawanych z zewnątrz.

Br. Zawadzki.

J. C. ECCLES. — PRZEWODZENIE W SYNAPSACH I POŁĄCZENIACH NERWOWO-MIĘŚNIOWYCH.

(Physiol. Rev. Vol. 17, 538, 1937).

Badania histologiczne wykazują, że włókna nerwowe w mięśniach gładkich i sercowych mogą wnikać do komórek efektora, ale nawet w tych przypadkach nie udało się wykazać ciągłości odpowiednich protoplazm. W większości komórek mięśniowych oraz w komórkach zwojowych istnieje tylko bliskie zetknięcie włókien nerwowych z komórkami efektorów, jednakże i tutaj bez ciągłości protoplazmy. Istnieją również dowody fizjologiczne braku ciągłości w przejściach od nerwu do efektora. Mianowicie impulsy nerwowe nie przenoszą się wprost na komórki efektorów, lecz tylko wywołują w nich nowy impuls z pewnym opóźnieniem, tak, że w chwili powstania impulsu w komórce efektorów impuls w nerwie już mniej lub więcej zniknął. Następnie przewodzenie przez okolicę zetknięcia jest nieodwracalne, zawsze tylko od nerwu do efektorów, a nigdy na odwrót. Przewodzenie przez okolicę zetknięcia jest bardziej wrażliwe na duszenie i działanie różnych ciał, niż przewodzenie przez nerw. Z tych danych wynika, że w miejscu połączenia nerwów z komórkami efektorów muszą działać jakieś dodatkowe czynniki, warunkujące przewodzenie impulsów, poza tymi, które warunkują przewodzenie wzdłuż nerwu lub włókna mięśniowego. Czynniki warunkujące przewodzenie pomiędzy włóknami nerwo-

wymi i efektorami nazwano przENOŚNIKAMI. Eccles rozróżnia 2 rodzaje przENOŚNIKÓW, takie, które mają ciągłe, trwające sekundy, a nawet i minuty działania na efektor, czyli przENOŚNIKI DŁUGOTRWAŁE, i takie, których działanie jest bardzo krótkie — milisekundy lub nawet ułamki milisekund — czyli przENOŚNIKI KRÓTKOTRWAŁE. Klasyczny przykład przewodzenia przez przENOŚNIK DŁUGOTRWAŁY mamy w działaniu nerwu błędnego na serce. Przenośnikiem jest tutaj acetylocholina. Pojedynczy impuls nerwu błędnego wywołuje hamowanie serca trwające kilka sekund, co wskazuje, że przENOŚNIK utrzymuje się przez ten okres czasu. Przenośnikiem DŁUGOTRWAŁYM nerwów współczulnych jest ciało zbliżone do adrenaliny, czyli jak je Eccles nazywa, ciało Ad, możliwe, że sama adrenalina. Jest ono przENOŚNIKIEM, który przyspiesza czynność serca przy drażnieniu nervi accelerantes, wywołuje długotrwałe rytmiczne wyzwalaanie impulsów mięśni gładkich oraz kontraktury, które prawdopodobnie powstają w mięśniach przy dużych stężeniach przENOŚNIKA. Według Ecclesa istnieje jednak w mięśniach gładkich również przewodzenie krótkotrwałe, warunkowane przez inny czynnik. W niektórych mięśniach gładkich, jak pęcherza i żołądka, przENOŚNIKIEM DŁUGOTRWAŁYM jest prawdopodobnie A. Ch. Tak samo w zwojach wyzwała się przENOŚNIK DŁUGOTRWAŁY (A. Ch.), jak również w mięśniach prądkowanych. Ogólnie można powiedzieć, że wszędzie tam, gdzie występują przENOŚNIKI DŁUGOTRWAŁE, przewodzenie polega na działaniu specyficznych ciał chemicznych, wydzielanych z zakończeń nerwowych pod wpływem impulsów dochodzących do tych zakończeń, na komórki efektorów. Działanie to utrzymuje się tak długo, dopóki przENOŚNIK nie zostanie usunięty z miejsca działania. A. Ch. jest usuwana przez esterazę, zaś ciało Ad przez utlenienie. Istnieje długi okres pomiędzy przybyciem impulsu do zakończeń nerwowych (a więc prawdopodobnie i między momentem wydzielenia przENOŚNIKA) i pierwszą dającą się wykryć czynnością efektoru. Np. dla nerwu błędnego okres ten wynosi 100 msek., dla nn. accelerantes jeszcze więcej. Ponadto pełne działanie przENOŚNIKA również występuje dopiero po pewnym czasie, np. pełne działanie pojedynczego impulsu nerwu błędnego na serce występuje dopiero po 200 msek. od zakończenia okresu utajonego. To opóźnienie jest prawdopodobnie spowodowane głównie przez czas dyfuzji wydzielonej A. Ch., gdyż są dane, że samo wydzielanie zachodzi szybko po dojściu impulsu. Przenośnik warunkujący przewodzenie w synapsach utrzymuje się bez porównania krócej, niż poprzednio omówione przENOŚNIKI DŁUGOTRWAŁE. Podobnie w mięśniach prądkowanych musi działać pośrednik krótkotrwały. Wobec tego, że pojedynczy impuls nerwu ruchowego nigdy nie wywołuje więcej niż jedno wyładowanie z płytki końcowej w normalnych warunkach, przENOŚNIK nerwowo-mięśniowy musi znikać w ciągu bardzo krótkiego okresu refrakcyjnego włókna mięśniowego, tzn. u ssaków w ciągu 1—2 msek. Dale i inni wysunęli przypuszczenie, że wszystkie przENOŚNIKI krótkotrwałe są również natury chemicznej. W przypadku przewodzenia synaptycznego w zwojach współczulnych i przewodzenia nerwowo-mięśniowego hipoteza ta opiera się na tak poważnych danych doświadczalnych, że została ona ogólnie przyjęta. Ponadto niewątpliwe podobieństwo pomiędzy przewodzeniem synaptycznym w zwojach i w centralnym układzie nerwowym nasunęło przypuszczenie, że i w syna-

psach centralnego układu nerwowego przewodzenie odbywa się za pośrednictwem przekaźników chemicznych (Dale, Loewi). Jednak Eccles uważa, że istnieje szereg faktów, które nie dadzą się pogodzić z tą hipotezą i wobec tego staje na stanowisku przewodzenia przez prąd czynnościowy. Autor powraca do klasycznej hipotezy, że podrażnienie komórek efektorów jest wywoływane przez prądy czynnościowe towarzyszące impulsom w zakończeniach nerwowych. Działanie tych prądów jest ułatwione przez bliskie zetknięcie zakończeń nerwowych i komórek efektorów, zaś wiadomo, że prąd elektryczny rzeczywiście wywołuje impulsy w komórkach efektorów. Jednakże nie dowiedziono, czy natężenie prądów czynnościowych jest dostateczne do podrażnienia komórek.

Br. Zawadzki.

TOURNADE, CHEVILLOT, CHARDON. — WYDZIELANIE ODRUCHOWE ADRENALINY. POD WPLYWEM WDYCHANIA GAZU DRAŻNIĄCEGO.

(C. R. Soc. Biol. T. CXXVIII, 1938).

Wiadomo, że podrażnienie górnych dróg oddechowych przez gaz mniej lub więcej drażniący, powoduje u królika hipersekrecję adrenaliny. W pracy poniższej, postanowiono zbadać za pomocą anastomozy nadnerczowo-szyjnej jakie są drogi dośrodkowe odruchu oraz czy podrażnienie dolnych dróg oddechowych pociąga za sobą taką samą reakcję.

Technika doświadczeń była następująca: pies B przelewa krew żyłą ze swoich nadnerczy, pozbawionemu nadnerczy psu A. Tchawica dawcy B jest przecięta, do części dolnej tchawicy wprowadzono kaniulę, podczas gdy jej część górna jest połączona rurką gumową z pompką, za pomocą której możemy wprowadzać do krtani i muszli nosowych powietrze mniej lub więcej nasycone gazem drażniącym. Jak wykazują krzywe podrażnienie powoduje znaczne wydzielanie adrenaliny, uwidaczniające się u odbiorcy A. Nawet, jeżeli gaz przebywał w drogach oddechowych 15" wydzielanie adrenaliny przedłużało się do 10'.

Wprowadzenie 3 kropli amoniaku do tchawicy dawcy B powodowało objawy hyperadrenalinemii u odbiorcy A. Po obustronnym przecięciu nerwów błędnych u dawcy B efekt ten nie występował.

Możemy z tych doświadczeń wnioskować, że podrażnienie dróg oddechowych tak górnych, jak dolnych powoduje odruchowe wydzielanie adrenaliny. Drogami dośrodkowymi tego odruchu są nerwy: trójdzielny, krtaniowy górny i błędny.

R. Natolski.

ALPERN D. — POSREDNIKI CHEMICZNE ODRUCHOWEGO PRZENOSZENIA PODRAŻNIEŃ NERWOWYCH.

(J. Physiol. Pathol. Gén. T. 35, N. 4).

Pośredniki chemiczne, przenoszące podniecie z włókna nerwowego do efektorów, wykryte przez Loewi'ego, zostały zbadane bardzo dokładnie. Jednak pomimo, że w fizjologii zwierzęcej mamy udowodnioną doświad-

czalnie obecność pośredników chemicznych, to nie wiemy prawie zupełnie, czy występują one u człowieka. Praca niniejsza miała na celu wykazanie udziału pośredników chemicznych w wykonaniu odruchów neurovegetatywnych.

Doświadczenia wykonano na ludziach, u których występował objaw Aschnera. Objaw ten polega na wybitnym zwolnieniu tętna przy naciśnięciu gałek ocznych. Jest on spowodowany przeniesieniem odruchowym podniety z aparatu czuciowego oka na nerw błędny.

Doświadczenia wykonano w sposób następujący: w 15 minut po podaniu podskórnym 1 mg fizostygininy pobierano krew przed wywołaniem objawu Aschnera i w jego punkcie kulminacyjnym. W części doświadczeń pobierano w tymże czasie płyn mózgowo-rdzeniowy. Jako testu używano mięśnia grzbietowego pijawki. Okazało się, że podrażnienie odruchowe nerwu błędnego idzie w parze z pojawieniem się we krwi ciała wagusowego, bardzo nietrwałego. Przy tym znacznie większa ilość tego ciała pojawia się w płynie mózgowo-rdzeniowym, co wskazywałoby na to, że pośrednik chemiczny tworzy się w ośrodkach nerwu błędnego. W badaniach nad zwierzętami okazało się, że ciało to pojawia się również we krwi żyły wrotnej podczas odruchów trawiennych.

R. Natolski.

PRZEGLĄD FIZJOLOGII RUCHU

REVUE DE PHYSIOLOGIE DU MOUVEMENT

(CINÉPHYSIOLOGIE)

TREŚĆ:

str.

<i>Graybiel A., Missiuro W., Dill D. B. i Edwards H. T.:</i> Eksperymentalna hipoksemia jako funkcjonalna próba wydolności krążenia u sercowo chorych	1
<i>Pawlak B.:</i> O zjawiskach opadania krwinek przy zmianach zawartości O ₂ i CO ₂ w atmosferze oddechowej	29
<i>Rybicka E. i Jopkiewicz J.:</i> Badania eksperymentalne procesu uczenia się ruchowego . .	52
Streszczenia	94

SOMMAIRE:

page.

<i>Graybiel A., Missiuro W., Dill D. B., and Edwards H. T.:</i> Experimentally induced asphyxiation in cardiac patients . . .	1
<i>Pawlak B.:</i> Über Erscheinungen der Blutkörperchensenkungen bei Änderungen des Gehaltes an O ₂ und CO ₂ in der Atmungsluft	29
<i>Rybicka E. and Jopkiewicz J.:</i> Experimental investigations of the process of motor learning	52
Analyses	94

WARUNKI PRENUMERATY:

Rocznie 20 zł. — Półrocznie 10 zł. — Zagranicą: Rocznie § 3.

Dla studentów medycyny, C. I. W. F. i Stud. Wych. Fiz. Uniwers. Poznańsk.
i Krakowsk. prenumerata roczna 16 zł.

Konto P. K. O. 22888.

Ogłoszenia przed i za tekstem: $\frac{1}{4}$ strony 200 zł. — $\frac{1}{2}$ strony 120 zł. —
 $\frac{1}{4}$ strony 70 zł. — $\frac{1}{8}$ strony 40 zł.

Drukarnia
PIOTR PYZ i S-ka
w Warszawie
Miodowa 8