

JERZY CYTAWA, JERZY JAKUBOWICZ

## ERGOGRAFICZNE BADANIA ZJAWISKA ZNUŻENIA A TYP UKŁADU NERWOWEGO

Z Zakładu Fizjologii Człowieka A. M. w Lublinie  
Kierownik: prof. dr W. Hołobut

Już pierwsze badania ergograficzne zjawiska znużenia dokonane przez Mosso wykazały, że nawet przy zachowaniu idealnie jednolitych warunków doświadczalnych, krzywa znużenia zależy od indywidualnych cech badanego, przy czym charakter tej krzywej obserwowany w różnych okresach życia, nie ulega zmianie. Zależność krzywej znużenia od właściwości układu nerwowego potwierdziła również *Joteyko, Oberto*, analizując zapisy ergograficzne wyróżnił kilka form krzywych odpowiadających różnym typom woli. Wpływ stanów czynnościowych kory mózgowej na przebieg zjawiska znużenia wykazali *Missiuro, Kozłowski* i *Wojcieszak*. Autorzy ci ponadto sugerują, że praca człowieka zależy od typu układu nerwowego.

W dostępnej nam literaturze brak jest jednak danych ściśle określających zależność przebiegu zjawiska znużenia od właściwości układu nerwowego. Tymczasem w zakresie innych czynności organizmu zależność taką wykryto w pracach różnych autorów. I tak ustalono korelację między typem układu nerwowego a właściwościami mowy (*Krasnogorski*), zachowaniem się chronaksji ruchowej (*Achmerow*) oraz wegetatywnych funkcji organizmu (*Pawłow* i *Szustin*, *Usijewicz*, *Czernigowski* i *Jaroszewski*, *Lejbson* i *Komarowa*, oraz *Melichowa*).

Wobec braku danych odnośnie charakterystyki zjawiska znużenia w zależności od typu układu nerwowego, autorzy postanowili przystąpić do opracowania tego zagadnienia.

### METODYKA

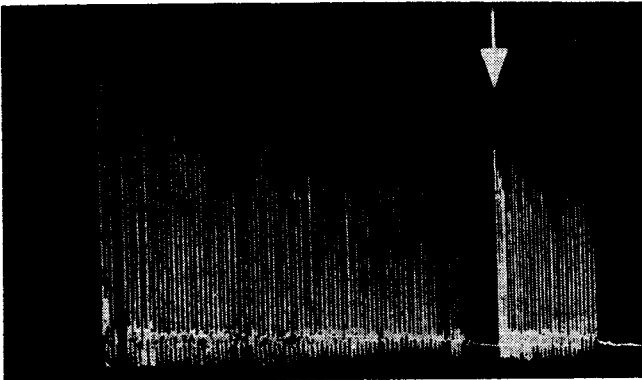
Badania przeprowadzono na 27 studentach Akademii Medycznej. Wiek badanych wahał się w granicach 18—28 lat. Badani nie znali celu doświadczenia ani uzyskiwanych wyników. Doświadczeń dokonywano na ergografie ciężarkowym typu Mosso, pozwalającym graficznie zapisać wykonaną pracę. Ponadto wmontowany ergometr

umożliwiał równoczesne oznaczenie wielkości wykonanej pracy. Badanym polecano: by w takt metronomu pociągali z maksymalną siłą środkowym palcem prawej ręki uchwyt ergografu, oraz by pracę tę wykonywali aż do zupełnego znużenia. U wszystkich badanych stosowano jednolity rytm metronomu — 100 uderzeń na minutę. Obciążenia stosowano w granicach 2,5—4,5 kg, proporcjonalnie do siły palców oznaczonej dynamometrem sprężynowym. Po 3—5 sekundach od uzyskania całkowitego znużenia stosowano doping słowny, mający na celu zachęcenie badanych do wykonania dodatkowej jeszcze pracy pomimo zmęczenia. Według powyższego schematu przeprowadzono 45 doświadczeń. Otrzymane wyniki liczbowe poddano analizie statystycznej według metody najmniejszych różnic, oraz przedstawiono graficznie na diagramie Czekanowskiego.

Wszystkim badanym określono uprzednio typ układu nerwowego na podstawie wywiadu według metodyki podanej przez jednego z autorów [3].

### WYNIKI

Ze względu na charakter krzywej ergograficznej uzyskane wyniki można było podzielić na trzy grupy. Do pierwszej zaliczono te zapisy, w których krzywa ergograficzna początkowo nieznacznie obniżała się w miarę znużenia i w pewnym momencie gwałtownie się kończyła. Gdy jednak po wystąpieniu zjawiska znużenia zastosowano dodatkowy doping słowny, oka-

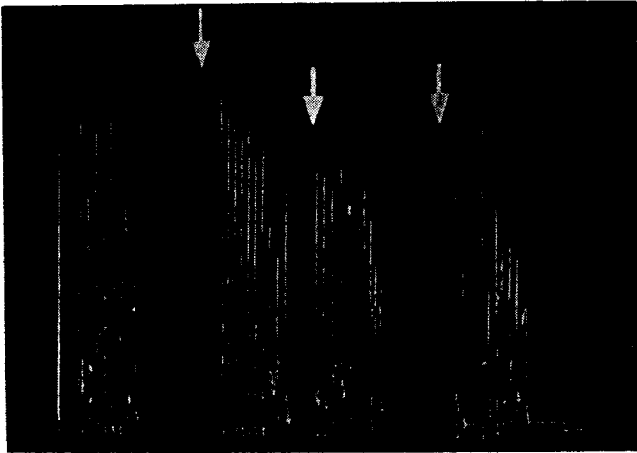


Ryc. 1. Badany W. S. nr 2 (21. V. 59 r., obciążenie 2 kg, rytm 100 na min.) — moment zastosowania dopingu.

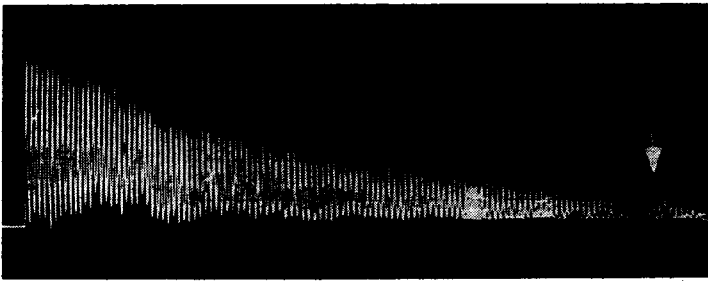
Fig. 1. Subject W. S. No. 2 (May 21, 1959, load 2 kg., rhythm 100 per min.) — moment of spurring.

zywało się, że sprawność mięśniowa badanych była jeszcze dość znaczna — świadczyły o tym wysokie wychylenia ergogramu (ryc. 1). U jednego z tych badanych (ryc. 2) nawet trzykrotnie udawało się w ten sposób wznowić czynność znużonych już mięśni, przy czym za każdym razem praca była jeszcze dość znaczna w porównaniu z pracą przed dopingiem. Gdy oznaczono wielkość pracy wykonanej do znużenia i po dopingiu (tab. 1, grupa 1) stwierdzono, że badani mogli wykonać jeszcze dość dużą pracę, a stosunek obu tych wartości był względnie niski.

Badania typologiczne wykazały, że na ogólną liczbę siedmiu badanych zaliczonych do tej grupy, pięciu z nich należało do słabego typu układu nerwowego, a dwóch do typu silnego, zrównoważonego i ruchliwego (sanguinicy).



Ryc. 2. Badany J. H. nr 5 (26. V. 59 r., obciążenie 3 kg, rytm 100 na min.) — moment zastosowania dopingu.  
 Fig. 2. Subject J. H. No. 5 (May 26, 1959, load 3 kg., rhythm 100 per minute) — moment of spurring.



Ryc. 3. Badany J. D. nr 25 (26. III. 60 r., obciążenie 4,5 kg, rytm 100 na min.) — moment zastosowania dopingu.  
 Fig. 3. Subject J. D. No. 25 (March 26, 1960, load 4,5 kg., rhythm 100 per minute) — moment of spurring.

Do drugiej grupy zaliczono krzywe ergograficzne jedenastu badanych charakteryzujące się dużą liczbą wychyleń, oraz stopniowym zmniejszaniem ich amplitudy, aż do zupełnego znużenia (ryc. 3). W tej grupie obliczony stosunek pracy wykonanej do znużenia oraz pod wpływem dopingu charakteryzował się dużymi wartościami (tab. 1, grupa 2).

Na podstawie określenia typu wyższej czynności nerwowej ustalono, że w skład tej grupy wchodziło ośmiu osobników o typie silnym, zrównowa-

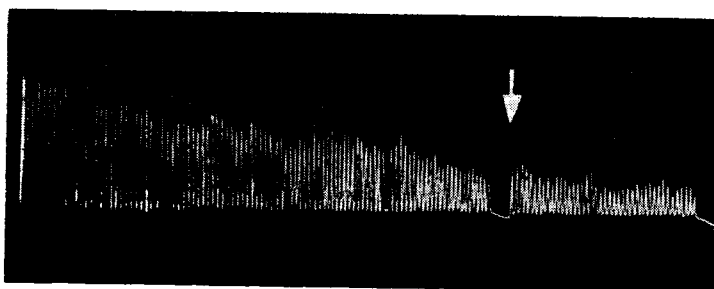
L. P.	Badany 1)	Typ układu nerwowego 2)	Praca przed dopingiem 7)			Praca po dopingiu 11)			Stosunek pracy przed i po dopingiu 12)	
			Liczba wychyleń 8)	Średnia w kgm 9)	Praca w kgm 10)	Liczba wychyleń 8)	Średnia w kgm 9)	Praca w kgm 10)		
Grupa 1										
5.	J. H.	t. słaby 3)	9	4,04	1,09	10	3,88	1,16	0,116	0,9
2.	W. S.	t. słaby	78	2,63	4,10	28	2,23	1,25	0,044	3,3
3.	W. Z.	t. słaby	45	3,14	4,24	12	2,33	0,83	0,070	5,1
4.	Z. R.	t. słaby	45	3,43	4,63	7	1,77	0,37	0,053	12,5
13.	S. S.	sangwiniak 4)	79	3,70	8,75	14	2,11	0,89	0,063	9,8
19.	M. R.	sangwiniak	47	3,24	5,32	9	1,79	0,56	0,063	9,4
x 24.	A. K.	t. słaby	72	2,41	6,94	26	1,26	1,31	0,050	5,3
Grupa 2										
1.	H. S.	flegmatyk 5)	71	2,26	5,61	6	0,72	0,15	0,025	37,4
6.	E. S.	flegmatyk	101	1,73	5,23	11	0,29	0,10	0,009	52,3
7.	K. J.	flegmatyk	110	1,69	7,45	10	0,72	0,29	0,029	25,7
8.	W. Z.	flegmatyk	78	2,42	7,55	6	0,38	0,09	0,015	83,8
10.	Z. S.	flegmatyk	166	1,25	8,31	23	0,17	0,16	0,007	51,9
11.	A. S.	flegmatyk	48	2,89	4,16	5	0,52	0,08	0,016	52,0
17.	M. J.	sangwiniak	158	1,60	7,60	14	0,53	0,22	0,016	34,5
22.	W. O.	flegmatyk	137	1,65	9,04	6	0,35	0,08	0,014	113,0
23.	C. K.	choleryk 6)	81	2,03	5,75	4	0,50	0,07	0,018	82,1
x 25.	J. D.	flegmatyk	132	1,65	6,93	13	0,35	0,16	0,012	43,3
26.	J. K.	choleryk	142	3,27	16,28	12	0,72	0,30*	0,025	54,2
Grupa 3										
9.	L. S.	flegmatyk	103	2,14	7,72	22	1,09	0,84	0,038	9,2
x 12.	M. K.	flegmatyk	95	2,88	9,30	22	0,87	0,62	0,029	15,0
14.	A. W.	sangwiniak	67	2,43	5,70	10	0,90	0,32	0,032	17,8
15.	A. S.	sangwiniak	109	2,76	7,52	22	1,65	0,91	0,041	8,2
16.	J. S.	sangwiniak	65	2,05	5,32	8	0,46	0,15	0,019	18,4
18.	Z. H.	sangwiniak	100	1,89	6,62	39	0,70	0,68	0,017	9,7
x 20.	J. L.	sangwiniak	73	1,92	4,16	20	0,99	0,46	0,024	9,0
21.	E. M.	sangwiniak	88	2,04	6,30	25	0,43	0,37	0,015	17,0
x 27.	J. T.	choleryk	73	3,12	9,05	20	1,51	0,88	0,060	10,1

x wartości średnie z kilku doświadczeń — x average values from several experiments

Subject 1); Type of temperament 2); Average type 3); Sanguine 4); Phlegmatic 5); Choleric 6); Work before spurring 7); Average in cm. of deflections in cm 8); Work in kgm. 9); Average work in kgm. 10); Work after spurring 11); Proportion between work as before and after spurring 12).

żonym, nieruchliwym (flegmatycy), dwóch o typie silnym, nie zrównoważonym (cholerycy), oraz jeden sangwinik — wszyscy o zdecydowanie silnych cechach układu nerwowego.

Krzywe ergograficzne trzeciej grupy badanych w ilości dziewięciu miały charakter pośredni między obu wyżej wymienionymi grupami (ryc. 4). Praca wykonywana przez osobników tej grupy była względnie duża, jednakże nie obserwowano tu tak dużej liczby wychyleń, szczególnie przy małej ich amplitudzie, jak to miało miejsce w drugiej grupie. Również i praca wykonywana pod wpływem dopingu słownego była większa niż w grupie poprzedniej, a wspomniany współczynnik oscylował wokół wartości pośrednich między obu pozostałymi grupami (tab. 1, grupa 3).



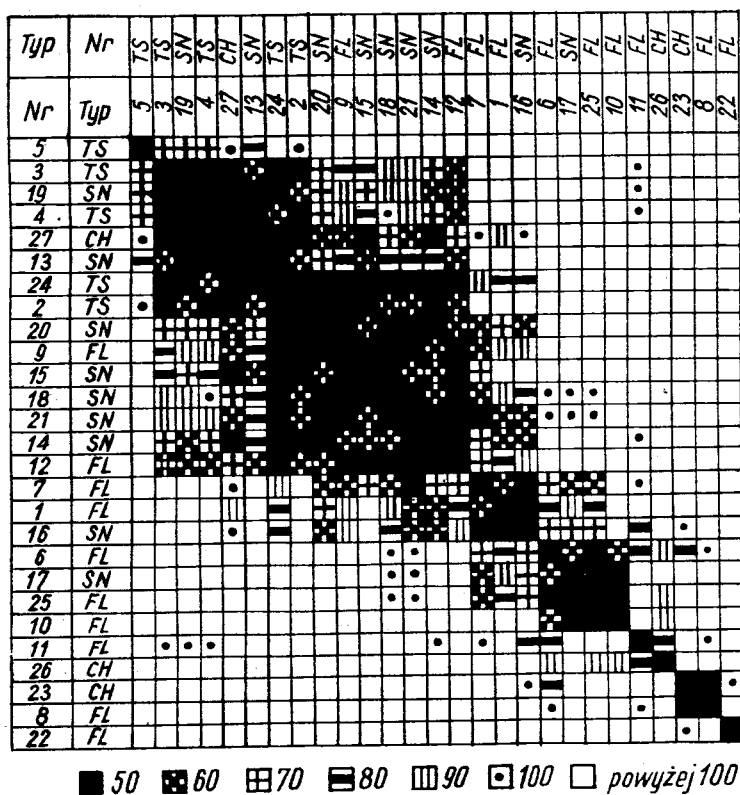
Ryc. 4. Badany Z. H. nr 18 (23. V. 59 r., obciążenie 3,5 kg, rytm 100 na min.) — moment zastosowania dopingu.  
 Fig. 4. Subject Z. H. No. 18 (May 23, 1959, load 3,5 kg., rhythm 100 per minute) — moment of spurring.

Jak wykazały badania typologiczne, grupę tę stanowili w większości sangwinicy w liczbie sześciu, oraz dwóch flegmatyków i jeden choleryk.

Zestawienie wyników ergograficznych dla wszystkich 27 badanych podaje tabela, w której zebrane są wartości liczby wychyleń, wykonanej pracy i średniej pracy zarówno przed jak i po dopingu słownym. Ponadto uwzględniono w tabeli tej stosunek pracy przed i po dopingu słownym.

Autorzy starali się opracować otrzymane wartości statystycznie metodą najmniejszych różnic, oraz ułożyć wyniki w formie diagramu Czekanowskiego (ryc. 5). W obliczeniach statystycznych uwzględniono jedynie wartości nie wchodzące w skład pozostałych obliczeń, a więc liczbę i średnią wychyleń przed dopingiem, oraz stosunek pracy przed i po dopingu. Metoda diagramu Czekanowskiego polega na porównaniu wyników pomiędzy sobą i zestawieniu ich w grupy, w obrębie których różnice są najmniejsze. Na załączonym diagramie najmniejsze różnice zaznaczono kwadratami czarnymi, a nieco większe kwadratami z czarną szachownicą. Na diagramie kwadraty oznaczające najmniejsze różnice między badanymi osobnikami utworzyły wzdłuż przekątnej przechodzące w siebie zgrupowania.

Ogólną prawidłowością wynikającą z diagramu jest wyraźne rozdzielenie grup melancholików i flegmatyków, których umiejscowienie jest skrajne i których wzajemne podobieństwo jest najmniejsze. Osobnicy o słabym



Ryc. 5. Analiza wyników ergograficznych 27 badanych przy zastosowaniu diagramu Czekanowskiego. Na diagramie najmniejsze różnice między badanymi osobnikami zaznaczono kwadratami czarnymi, a nieco większe kwadratami z czarną szachownicą. Skróty oznaczają: SN — sangwinik, FL — flegmatyk, TS — typ słaby, CH — choleryk.

Fig. 5. Ergographic results from 27 subjects analyzed with the aid of Czekanowski's diagram. The least differences are marked in the diagram by black squares, and slightly larger ones, by black-chequered squares. The abbreviations refer to temperament: SN — sanguine; FL — phlegmatic; TS — weak type; CH — choleric.

typie układu nerwowego (melancholicy) zajmują tu lewy górny róg diagramu, podczas gdy flegmatycy zgrupowani są w prawym dolnym rogu. Część środkową diagramu zajmują głównie sangwinicy. Ze względu na małą ilość choleryków trudno jest wyciągnąć wnioski odnośnie ich rozmieszczenia w badanym materiale.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Praca ta stanowi wstępne doniesienie rozpoczętych badań, które wymagają dalszych doświadczeń na szerszym materiale dowodowym. Już jednak na podstawie tych pierwszych spostrzeżeń wydaje się, że istnieją pewne zależności między typem układu nerwowego a charakterystyką przebiegu zjawiska znużenia. Wprawdzie nie udało nam się ustalić specjalnego kształtu krzywych ergograficznych dla poszczególnych typów układu nerwowego ludzi, jednakże już teraz zarysowuje się wyraźnie zależność między siłą układu nerwowego a niektórymi właściwościami ergogramu.

Charakterystyczną cechą krzywych ergograficznych osobników typu słabego okazał się krótki przebieg tej krzywej, oraz nagłe wystąpienie zjawiska znużenia. Stosowanie dodatkowego dopingu słownego ujawniło, że obserwowane znużenie nie mogło być pochodzenia obwodowego. Okazało się, że gdy badanych zachęcano do wykonania dodatkowej pracy, ich sprawność mięśniowa była jeszcze względnie duża, pomimo iż uprzednio oświadczyli, że są zupełnie zmęczeni.

Trudno jest podać powód tej łatwej znużalności osobników o słabym typie układu nerwowego. Być może jest to spowodowane wkraczającym procesem hamowania typu ochronnego. Reakcje mięśniowe na stuk metronomu są w rzeczywistości szeregiem jednostajnych odruchów warunkowych, których znużenie zależy może nie tylko od stanu mięśni obwodowych, lecz i od ośrodków korowych. Wiadomo zaś z badań *Pawłowa* [14], *Birman*a i innych, że u osobników typu słabego ośrodki korowe są szczególnie podatne na hamowanie ochronne.

Zapisy ergograficzne osobników o silnym typie układu nerwowego charakteryzowały się dużą liczbą wychyleń i stopniowym zmniejszaniem ich amplitudy. Jest rzeczą znamioną, że badani ci pracowali jeszcze dosyć długo małymi wychyleniami. Szczególnie wyraźnie zaznaczyło się to u osobników o typie flegmatycznym, którzy pracowali zwykle aż do pełnego znużenia. U tych badanych praca dokonana pod wpływem dopingu słownego była zazwyczaj minimalna w porównaniu do poprzednio wykonanej. W tym ostatnim wypadku obserwowane znużenie miało raczej przyczynę obwodową i że tym razem w komórkach ośrodków korowych osobników o silnym typie układu nerwowego, proces hamowania ochronnego nie rozwijał się. Wydaje się, że typ flegmatyka jest najbardziej oporny na rozwój hamowania ochronnego i przewyższa pod tym względem typ sangwiniczny, który jest typem pośrednim w stosunku do typu słabego.

Należy zauważyć, że wyniki naszych badań są w pewnym zakresie zbieżne z danymi *Hocha* i *Kraepelina*, którzy twierdzili, że spośród różnych parametrów pracy mięśniowej, wysokość skurczu jest przede wszystkim

związana z siłą mięśnia, zaś liczba skurczów zależy od stanu ośrodków mózgowych. Również i w naszych badaniach dało się zauważyć, że im silniejszy był typ układu nerwowego, tym większą liczbę wychyleń wykonywał badany nim wystąpiło zjawisko znużenia.

#### WNIOSKI

1. Przebieg zjawiska znużenia zależy w pewnym stopniu od typu układu nerwowego.

2. Ergogramy osobników o słabym typie układu nerwowego charakteryzują się krótkim przebiegiem oraz nagłym wystąpieniem znużenia. Dodatkowy doping słowny u badanych tych ujawniał dość dużą jeszcze sprawność mięśniową. Być może przyczyną znużenia w grupie tej był wkraczający proces hamowania ochronnego.

3. Zapisy ergograficzne osobników o silnym typie układu nerwowego, szczególnie typu flegmatycznego wyróżniały się dużą liczbą wychyleń i powolnym zmniejszaniem ich amplitudy. Praca mięśniowa wykonana pod wpływem dopingu słownego była przeważnie minimalna. Wydaje się, że w tym przypadku znużenie miało raczej przyczynę obwodową.

4. Zapisy ergograficzne osobników o typie sangwicznym miały cechy pośrednie między obu badanymi grupami.

5. Mała liczba badanych o typie cholerycznym nie pozwala na wyciągnięcie wniosków odnośnie charakterystyki znużenia tych osobników.

*Е. Цытава, Е. Якубович*

#### ЭРГОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯВЛЕНИЯ УТОМЛЕНИЯ И ЕГО СВЯЗЬ С ТИПОМ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

##### *Резюме*

Работа имела в виду выяснить зависимость между проявлением утомления и типом высшей нервной деятельности. Исследования проводились на 27 студентах после предварительного определения типа их нервной системы. Анализ полученных эргографических кривых позволяет сделать следующие выводы:

1. Эргограммы лиц, принадлежащих к слабому типу нервной системы (меланхолики), характеризуются кратковременностью, а также внезапным выступлением утомления. Дополнительные речевые раздражители показывают у этой группы исследуемых еще довольно большую мышечную работоспособность. На этом основании авторы считают, что причиной утомления в этой группе является развитие процессов запредельного торможения.

2. Эргографические записи у лиц, принадлежащих к сильному типу нервной системы, особенно лиц уравновешенных, малоподвижных (флегматиков), отличаются большим количеством зубцов и медленным уменьшением их амплитуды.



Работа мышц, выполненная под влиянием речевого раздражителя, была преимущественно минимальной. Кажется, что в данном случае причина утомления была скорее периферического характера.

3. Эргографические записи у лиц сильного типа уравновешенного и подвижного (сангвиники) показывали признаки, представляющие собой среднее между указанными двумя исследованными группами.

4. Малое число исследованных лиц сильного, неуравновешенного типа (холериков) не позволило сделать выводы, характеризующие утомление этого типа.

*J. Cytawa, J. Jakubowicz*

## ERGOGRAFIC STUDIES OF FATIGUE AND A TYPE OF NERVOUS ACTIVITY

### *Summary*

The subject of this paper was to investigate the relationship between the fatigue and the pavlovian type of higher nervous activity. The investigations has been made on 27 students, whose nervous system had been designated earlier. On the base of the analysis of curves of fatigue the following conclusions have been made:

1. Ergograms of persons with the weak type of nervous activity (melancholics) were characteristic by their short course and a sudden appearance of fatigue. The additional verbal „dopping” showed that the muscular strength of the examined persons was quite right. Therefore authors suggest that the cause of fatigue in that group is the process of protective inhibition.

2. The ergographic curves of persons with the strong type of nervous activity and especially of those with a strong, balanced and inert type (phlegmatics), were characteristic by their great quantities of contractions and the slow decrease of their amplitude. Muscular work during the verbal „dopping” was usually very little. It is possible that the cause of fatigue was rather peripheral in that case.

3. Ergographic records of persons with strong, balanced and mobile type (sanguines) were medial in their properties, between the first and the second group.

4. It is impossible to conclusions about characteristic of process of fatigue of the persons with strong nonbalanced type (choleric), because of little number of them.

### PISMIENICTWO

1. Achmerow U. S.: Żurn. Wyssz. Nerw. Dejat., 1956, 6, 365.
2. Birman B. N.: Żurn. Wyssz. Nerw. Dejat., 191, 1, 879.
3. Cytawa J.: Ann. Uniw. Marii Curie Skłodowskiej Sectio D, 1959, 14, 137.
4. Czekanowski J.: Zagadnienia antropologii, T. Szczesny, Toruń, 1948, 63.
5. Czernigowskij W. N., Jaroszewskij A. J.: Żurn. Wyssz. Nerw. Dejat., 1952, 2, 30.
6. Hoch, Kraepelin: Psychol. Arbeiten, 1895, cyt. wg J. Joteyko: Znużenie. Książnica-Atlas, Warszawa, 1932, 87.
7. Joteyko J.: Znużenie. Książnica-Atlas, Warszawa, 1932, 88.
8. Krasnogorskij N. I.: Żurn. Wyssz. Nerw. Dejat., 1956, 6, 513.
9. Lejbson Ł. G., Komarowa T. F.: Trudy Inst. Fizjoł., 1953, 2, 212.
10. Melichowa F. P.: Trudy Inst. Fizjoł., 1953, 2, 165.

11. *Missiuro W., Kozłowski St., Wojcieszak I.*: *Acta Physiol. Pol.*, 1954, 5, 538.
12. *Mosso A.*: *Znużenie*. Warszawa, 1892.
13. *Oberto*: *Arch. Ital. psicol. gen. e del lavoro. Torino*, 1938, cyt. wg *M. Dybowski*: *Działanie woli*. Księgarnia Akademicka, Poznań, 1946, 28.
14. *Pawłow I. P.*: *Dwadzieścia lat badań wyższ. czynn. nerw. (zachowania się) zwierząt*, PZWL, Warszawa, 1952, 373.
15. *Pawłow B. W., Szustin N. A.*: *Fizjol. Żurn. SSSR*, 1948, 34, 305.
16. *Usijewicz N. A.*: *Trudy Objedin. Sesii poswjaszcz. desatil. so dnia smerti I. P. Pawłowa*, Akadem. Med. Nauk, Moskwa, 1948, 307.

Otrzymano: 23. IV. 1960.

Adres autorów: Lublin, Lubartowska 85, Zakład Fizjologii Człowieka A. M.