

Anna Topolska, Ryszard Fidelski

BIOCHEMICZNE WSKAŹNIKI OBCIĄŻENIA WYSIŁKIEM PSYCHOFIZYCZNYM

z Instytutu Medycyny Pracy - dyrektor: prof. dr hab. J. Indulski

W pracy przedstawiono wydalanie kwasu 3-metoksy-4-hydroksymigdałowego, 5-hydroksyindoloocetowego i glukozaminoglikanów w moczu kobiet podczas wysiłków modelowych: dynamicznych, statycznych, statyczno-dynamicznych oraz u kobiet zatrudnionych przy obsłudze niektórych stanowisk w przemyśle włókienniczym. Stwierdzono zależność wydalania ww. związków z moczem zarówno od intensywności, jak i rodzaju pracy.

Badania mające na celu opracowanie metody pomiaru obciążenia pracą prowadzone są od dawna. W chwili obecnej truizmem jest już stwierdzenie, że nie można charakteryzować pracy jedynie wielkością wydatku energetycznego, a nawet wielkością odsetka maksymalnego poboru tlenu, jaki stanowi wydatek energetyczny podczas pracy. Wskaźniki te charakteryzują tylko wielkość obciążenia fizycznego, i to bez części, jaką stanowi obciążenie związane z wysiłkiem statycznym. Wobec różnorodności czynników, z jakimi się styka człowiek w środowisku pracy, pomiar obciążenia pracą może być dokonany poprzez analizę zmian czynności tych układów, które reagują na każde obciążenie.

Wiadomo, że każdej pracy człowieka - zarówno fizycznej, jak i umysłowej - towarzyszy wzrost aktywności układów hormonalnych, głównie układu monoaminergicznego, który jest związany zarówno z procesami energetycznymi w organizmie, jak i czynnością ośrodkowego układu nerwowego [4, 9]. W chwili obecnej przyjmuje się, że stosunkowo najbardziej adekwatne informacje o obciążeniu organizmu wysiłkiem psychofizycznym można uzyskać, badając metabolizm amin biogennych [16, 29, 32] oraz wydzielanie glukozaminoglikanów [6, 30].

Katecholaminy wywierają wpływ regulacyjny na tkanki i narządy ustroju przez receptory adrenergiczne. Bodźce adrenergiczne zwiększają gotowość i szybkość oddziaływania centralnego układu nerwowego, wzmagają dynamikę krążenia i oddychania. Wzmoczona lipoliza i glikogenoliza oraz hiperglikemia stwarzają dodatkowe źródło niezbędnej energii. Podczas wysiłków fizycznych zwiększa się aktywność układu adrenergicznego, czego wyrazem jest wzrost stężenia we krwi noradrenaliny i adrenaliny oraz zwiększone wydalanie z moczem metabolitów tych amin: kwasu 3-metoksy-4-hydroksymigdałowego i metoksypochodnych. Nasilenie aktywności układu adrenergicznego zależy od rodzaju wysiłku, jego intensywności i czasu trwania, warunków środowiska i wydolności fizycznej [8]. Im niższa jest wydolność fizyczna, tym łatwiejsza aktywacja adrenergiczna. Szczególnie duży wzrost stężenia amin katecholowych we krwi towarzyszy wysiłkom statycznym. Zaciśnięcie ręki na uchwycie dynamometru ręcznego z siłą 30% maksymalnej i utrzymanie takiego skur-

czu przez kilka minut powoduje wzrost stężenia NA we krwi większy niż ciężki wysiłek dynamiczny angażujący duże grupy mięśni [15] .

W piśmiennictwie znaleźć można różne dane dotyczące wielkości wydalania amin katecholowych lub ich metabolitów w odpowiedzi na wysiłek fizyczny. Różnice wynikają z obciążenia i warunków przeprowadzania eksperymentu, cech osobniczych i czynników emocjonalnych. Tego, że zmiany ilościowe hormonów katecholowych, determinowane przez aktualne potrzeby ustroju, odzwierciedlają także działanie na organizm stanów emocjonalnych, dowiodły między innymi badania Linkego [18] , przeprowadzone na grupie dzieci trenujących i nie objętych treningiem sportowym, a także badania Owczarka [28] przeprowadzone u skoczków spadochronowych. Większość badań [12, 13, 24, 36] wskazuje jednak na zależność wydalania w moczu amin katecholowych od intensywności wysiłku. Podwyższenie stężenia noradrenaliny we krwi może występować u ludzi zdrowych już podczas wysiłków o umiarkowanej intensywności, i stężenie to zwiększa się ze wzrostem obciążenia i czasem trwania wysiłku. Stężenie adrenaliny we krwi wzrasta dopiero podczas wysiłków o zwiększonej intensywności [14]. Wzrost amin katecholowych w surowicy krwi jest proporcjonalny do wielkości obciążenia i bardziej nasilony u ludzi niewytrenowanych.

Metabolizm serotoniny podczas wysiłku w odróżnieniu od katecholamin jest mało zbadany i niewiele prac traktuje o roli serotoniny w adaptacji wysiłkowej. W chwili obecnej pracę zawodową rzadko kiedy można zakwalifikować do typowej pracy fizycznej lub umysłowej. Najczęściej podczas pracy zawodowej prócz wysiłku mięśniowego mamy do czynienia z obciążeniem psychicznym. W pobudzeniu emocjonalnym zwiększa się wydzielanie kwasu 5-hydroksyindolooctowego (5-HIAA) [23].

Zaobserwowany w stanach fizjologicznych i patologicznych (którym towarzyszy wzmożona aktywność układu nerwowego i osi przysadkowo-nadnerczowej) wzrost sekrecji glukozaminoglikanów (GAG) pozwala przypuszczać, że w badaniu obciążenia pracą cennym elementem może być również analiza zmian wydalania GAG [6, 25, 26, 27]. Glukozaminoglikany - zwane również kwaśnymi mukopolisacharydami - są związkami o dużej aktywności biologicznej. GAG - a zwłaszcza ich siarczanowe estry - są stałymi związkami obecnymi w neuronalnej i glejowej błonie plazmatycznej i mogą brać udział w modyfikacji układów membranowych, co wiąże się z przemieszczaniem jonów i elektryczną aktywnością. Bezpośrednia lokalizacja GAG w pęcherzykach synaptycznych sugerować może również ich udział w przekazywaniu bodźców. Stwierdzono zależność między stężeniem GAG w mózgowiu a nasileniem transmisji synaptycznej. Dotyczy to głównie okresu syntezy i magazynowania amin o działaniu neurotransmiterowym. Dość duże znaczenie przypisuje się frakcji siarczanu heparanu, która może regulować biosyntezę katecholamin poprzez aktywację hydroksylazy tyrozynowej [22]. Stres - zarówno fizyczny, jak i psychiczny - powoduje wzrost wydalania z moczem glukozaminoglikanów. Wpływ stanów emocjonalnych na wydalanie GAG znalazł potwierdzenie w wielu badaniach [6, 26, 27].

Uwzględniając przedstawione dane wydaje się, że potrzeby wprowadzenia badań biochemicznych do zestawu metod pomiaru obciążenia pracą nie trzeba już udowadniać. Istotna pozostaje nadal kwestia wyboru wskaźników biochemicznych i materiału biologicznego, w jakim ich poziom będzie oznaczany. Uwzględniając warunki sanitarne w zakładach przemysłowych oraz trudności w stosowaniu jakichkolwiek metod inwazyjnych zdecydowano, że biochemicznych wskaźników obciążenia będzie się poszukiwać w moczu.



Z przedstawionego przeglądu piśmiennictwa wynika, że istotne informacje o wielkości obciążenia można uzyskać na podstawie analizy poziomu nie tylko hormonów w moczu, ale i ich metabolitów. Oznaczanie metabolitów jest prostsze z analitycznego punktu widzenia i ważne ze względu na dodatkowy cel - opracowanie zestawu prostych metod możliwych do stosowania przez standardowo wyposażone przyzakładowe przychodnie lekarskie i laboratoria. Zasadniczym celem podjętych badań było sprawdzenie przydatności określania zmian poziomu wydalania z moczem metabolitu katecholamin - kwasu 3-metoksy-4-hydroksymigdałowego (HMMA), metabolitu serotoniny - kwasu 5-hydroksyindolooctowego (5-HIAA) oraz glukozaminoglikanów (GAG) do oceny obciążenia pracą. Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych oraz na kilku stanowiskach pracy w przemyśle włókienniczym. W warunkach laboratoryjnych istnieje możliwość stosowania wysiłku jednorodnego w celu ustalenia reakcji metabolicznej na określony typ wysiłku. Dobierając stanowiska pracy spośród wielu występujących w przemyśle włókienniczym, starano się wybrać możliwie zróżnicowane pod względem charakteru obciążeń, aby sprawdzić na ile zastosowanie badań biochemicznych zmodyfikuje ocenę ciężkości pracy.

MATERIAŁ I METODY

Badania laboratoryjne przeprowadzono w grupie 14 kobiet ochotniczek (pracownice Instytutu) w wieku 24-29 lat [21]. Wykonywały one trzy rodzaje pracy będące odpowiednio modelami pracy o charakterze statycznym - tkanie (T - 11 osób), dynamicznym - cykloergometr rowerowy i ręczny (Rr - 14 osób), statyczno-dynamicznym - noszenie ciężarów (N - 12 osób). Oznaczenia biochemiczne wykonano u części osób badanych, które zgodziły się na zbieranie moczu. Grupę kontrolną stanowiły te same osoby badane w dniu, w którym zredukowano do minimum wysiłek fizyczny i psychiczny.

Praca o charakterze statycznym polegała na tkaniu na pionowym krośnie dywanika w pozycji stojącej z rękoma uniesionymi na wysokość oczu. Praca ta trwała 4 razy po 50 minut, z dwiema przerwami po 5 minut i jedną 20-minutową po drugim cyklu pracy. Praca mająca charakter statyczno-dynamiczny polegała na przenoszeniu przed sobą woreczka o ciężarze wynoszącym 1/5 ciężaru ciała w rytmie 3 razy na minutę na odległość 4 m. Po każdym przeniesieniu woreczka badana pozostawała w swobodnej pozycji stojącej do chwili rozpoczęcia kolejnej czynności. Czas przenoszenia wynosił 6-7 sek. Sekwencje czasu pracy i wypoczynku były identyczne jak podczas pracy statycznej. Podczas pracy dynamicznej obciążano kobiety 3-krotnie na cykloergometrze rowerowym przez 45 minut i 3-krotnie na cykloergometrze ręcznym przez 20 minut. Pracę na cykloergometrze rowerowym i ręcznym stosowano na przemian. Po każdym cyklu pracy była 5-minutowa przerwa i po 3. cyklu 20-minutowa. Obciążenie na cykloergometrze rowerowym wynosiło 1 W/kg ciężaru ciała, natomiast na cykloergometrze ręcznym było mniejsze i wynosiło w każdym przypadku 20 W. Podczas pracy określano wentylację płuc i zawartość O_2 i CO_2 w powietrzu wydychanym i z danych tych wyliczano zużycie tlenu i wydatek energetyczny. Efektywny wydatek energetyczny wyrażony w kcal/h wynosił podczas pracy T 51 kcal, podczas pracy N 101 kcal, a podczas pracy Rr 221 kcal. Mocz zbierano dwukrotnie: o godz. 9.00 przed pracą (I porcja z okresu 7.00-9.00) i o godz. 14.00 po pracy (II porcja z okresu 9.00-14.00).

Badania w warunkach przemysłowych przeprowadzono u 96 kobiet w wieku 25-40 lat, zatrudnionych na 6 stanowiskach w przemyśle włókienniczym: krosno Saurer, przędzarki PH-2, PH-3, PG-64, przewijarka Savio, stanowisko pakowaczki (po 16 osób). Pracownice obsługujące krosna Saurer zatrudnione były w systemie akordu indywidualnego. Tkaczka obsługiwała dwa krosna. Do czynności zasadniczych na tym stanowisku należała likwidacja zrywu osnowy, wymiana czółenka i wymiana cewki w czółenku oraz pielęgnacja osnowy polegająca na obrywaniu nitek w pozycji stojącej lub w przysiadzie. Pozostały czas pracy wykorzystywany był na obserwację procesu technologicznego w pozycji stojącej lub chodząc. Pracownice zatrudnione na przędzarkach obręczkowych PH-2 pracowały w systemie akordu zespołowego. Brygada 4-osobowa obsługiwała 7 maszyn. Do zasadniczych czynności na tym stanowisku należało likwidowanie zrywu niedoprzędu i przędzy oraz wymiana szpul z niedoprzędem. Również na przędzarkach obręczkowych PH-3 obowiązywał akord zespołowy z tym, że brygada 4-osobowa obsługiwała 5 maszyn, a oprócz likwidacji zrywów niedoprzędu i przędzy do zasadniczych czynności należało przesuwanie pojemników z niedoprzędem. Związane to było ze sposobem podawania niedoprzędu do punktów przędnych. W przędzarkach PH-2 niedoprząd podawany jest ze szpul umieszczonych na ramie natykowej na wysokości głowy, natomiast przędzarka PH-3 podaje niedoprząd z pojemników, a poszczególne pasma niedoprzędu przewieszane są przez pręty metalowe umieszczone poziomo ponad maszyną na wysokości 2 m. W związku z tym obciążenie statyczne kobiet zatrudnionych na przędzarkach PH-3 było większe niż na przędzarkach PH-2. Na stanowisku przędzarki PG-64 obowiązywał akord indywidualny. Pracownica obsługiwała 1,5 maszyny, na której znajdowało się 336 punktów przędnych. Zasadniczymi czynnościami na tym stanowisku były likwidacja zrywu niedoprzędu i przędzy oraz wymiana szpul z niedoprzędem (pustych na pełne). Wszystkie prądki wykonywały pracę w pozycji stojącej lub chodząc. Na stanowisku przewijacza nici (przewijarka Savio) pracownica zatrudniona w systemie akordu indywidualnego obsługiwała 16 lub 32 wrzeciona w zależności od grubości przędzy. Do zasadniczych czynności podczas pracy należało przygotowanie pasm przędzy, założenie ich na maszynę, likwidowanie zrywów przędzy oraz obciążanie gotowych nawojów. Praca wykonywana była w pozycji stojącej lub chodząc. Praca na stanowisku pakowacza nici przebiegała w systemie akordu indywidualnego i wymagała stojącej, pochylonej pozycji ciała z uniesionymi rękoma nad stołem. W ciągu zmiany roboczej pracownica pakowała przeciętnie 10-12 tysięcy szpupek. Istniała możliwość wykonywania tej pracy w pozycji siedzącej, ale kobiety ze względu na mniejszą swobodę ruchów w tej pozycji nie pracowały.

Wielkość obciążenia statycznego oceniano wg Kirschnera w zależności od zajmowanej pozycji, stopnia pochylenia ciała oraz możliwości zmian pozycji ciała podczas wykonywania danej czynności. Ocenę obciążenia psychicznego przeprowadzono metodą szacunkową [10]. Koszt energetyczny pracy oceniano na podstawie chronometrażu i określenia wydatku energetycznego metodą kalorymetrii pośredniej podczas typowych czynności roboczych [1].

Wydatek energetyczny, stopień obciążenia statycznego i psychicznego podczas obsługi tych stanowisk przedstawiono w tabeli 1. Grupę kontrolną stanowiło 15 kobiet spośród zatrudnionych na badanych stanowiskach pracy, u których mocz zbierano w dniach wolnych od pracy. Dobór badanej populacji kobiet zatrudnionych w zakładach przemysłowych oparto na następujących kryteriach: wiek badanych do 40 lat, minimalny staż pracy 3 lata. Do grupy badanej starano się wybrać osoby z dobrym ogólnym stanem zdrowia, a w szczególności zwracano uwagę na prawidłowość

funkcjonowania układu krążenia. Badane kobiety były zatrudnione w systemie dwu- i trzymianowym: na zmianie rannej, popołudniowej i nocnej. Badania przeprowadzano zawsze na zmianie rannej dwa razy w tygodniu: w poniedziałek i w piątek (pierwszy i ostatni dzień tygodnia pracy). Kobiety rozpoczynały pracę o godz.

T a b e l a 1

Wydatek energetyczny, ocena obciążenia statycznego i psychicznego kobiet zatrudnionych na wybranych stanowiskach w przemyśle włókienniczym

Pomiar	Stanowisko pracy					
	krosno Saurer	przędzarka PH-2	przędzarka PH-3	przewijarka Savio	przędzarka PG-64	pakownia
Wydatek energetyczny (kcal/h-netto)	107	124	126	149	164	178
Stopień obciążenia statycznego	średni	średni	średni	duży	średni	duży
Stopień obciążenia psychicznego	mały	średni	średni	średni	średni	mały

5.00, a kończyły o godz. 13.00. Po trzech godzinach pracy - o godz. 8.00 - była 15-minutowa przerwa. Soboty były wolne. Mocz zbierano dwukrotnie: za okres 4.00-5.00 i za okres 5.00-13.00. W dniu kontrolnym zbierano również dwie porcje moczu w tych samych godzinach. Bezpośrednio po zebraniu określano objętość, ciężar właściwy oraz pH moczu, a następnie pobierano odpowiednie porcje do oznaczenia badanych związków. Porcje moczu używane do oznaczania HMMA i 5-HIAA zakwaszano 5N HCl do pH ok. 5. Mocz przeznaczony do oznaczania GAG zakwaszano 2 N HCl do pH 5 i w ciągu 24 godzin przeprowadzano pierwszy etap preparatyki, pozwalający na uzyskanie mukoproteidów w osadzie stabilizowanym chlorkiem cetylpirydynowym.

Kwas 3-metoksy-4-hydroksymigdałowy (HMMA) oznaczano metodą Woiwooda i Knighta w modyfikacji Kokota [11, 35]. Kwas 5-hydroksyindolooctowy (5-HIAA) oznaczano metodą Udenfrienda w modyfikacji Ma Farlane'a (19, 33). Glukozaminoglikany (GAG) oznaczano metodą Di Ferrantego i Richa w modyfikacji Bittera i Mura [3, 5]. Zawartość kreatyniny w moczu oznaczano wg metody Zendera na autoanalizerze firmy Backman typ DSA-560 wg programu 015-083998. Oznaczanie kreatyniny przeprowadzano w celu przeliczenia wydalania badanych metabolitów i GAG na mg kreatyniny. Taki sposób przedstawiania wydalania związków z moczem stosowany jest również przez innych autorów [2, 34]. Zalecano wszystkim niezażywanie przez tydzień przed badaniem leków blokujących układ вегетативny i zmieniających metabolizm amin biogennych oraz w dniach poprzedzających badanie niespożywanie artykułów zwiększających wydalanie HMMA i 5-HIAA (kawy, czekolady, pomidorów, bananów, orzechów, śliwek).

Wyniki oznaczeń poziomu HMMA, 5-HIAA i GAG w moczu przedstawiono w tabelach 2-4. W dniu pracy poziom HMMA w moczu zebrany przed rozpoczęciem pracy był na ogół wyższy niż w tej samej porze w dniu kontrolnym, a różnice te były statystycznie istotne dla osób zatrudnionych przy obsłudze przędzarek PH-2 i PG-64 oraz przewijarki Savio. Tylko u pracownic pakowni przed pracą stwierdzono poziom niższy w porównaniu z wartościami kontrolnymi. W ostatnim dniu tygodnia wydalanie HMMA przed pracą było wyższe niż w pierwszym dniu tygodnia, znów z wyjątkiem pracownic pakowni, choć różnice te nie były statystycznie istotne. Wydalanie 5-HIAA w porcji moczu przed pracą w pierwszym dniu tygodnia było również wyższe niż o tej samej porze w dniu kontrolnym, lecz różnice były statystycznie istotne tylko dla osób obsługujących przędzarki PH-2. W piątym dniu tygodnia poziom 5-HIAA był na ogół niższy niż w pierwszym dniu tygodnia, nieznaczny wzrost wydalania obserwowano tylko u pracownic pakowni, a u pracownic obsługujących przędzarki PG-64 wydalanie metabolitu serotoniny w 1 i 5 dniu tygodnia było jednakowe. Wydalanie GAG przed pracą było bardzo zróżnicowane. Mianowicie u osób wykonujących pracę w warunkach laboratoryjnych obsługujących przędzarki PH-3, przewijarki Savio i przędzarki PH-2 poziom GAG był niższy w porównaniu z wartościami uzyskanymi w dniu kontrolnym (dla osób obsługujących przędzarki PH-2 była to różnica statystycznie istotna). Natomiast u pracownic obsługujących przędzarki PG-64 i krosna Saurer i u pakowaczek wydalanie GAG przed pracą było wyższe niż o tej samej porze w dniu kontrolnym (dla osób obsługujących przędzarki PG-64 była to różnica statystycznie istotna).

Interpretacja różnic poziomu wydalania badanych związków przed pracą w porównaniu z warunkami kontrolnymi nie jest łatwa. Dla pracownic przemysłu dniem kontrolnym była niedziela i wówczas obowiązki domowe mogły one przełożyć na późniejszą porę. Obciążenie było dla nich w tym dniu zmniejszone także faktem pozostania w domu, a więc mniejsze o wysiłek związany z dojazdem do pracy. Natomiast dla osób badanych w warunkach laboratoryjnych zarówno dzień wykonywania pracy modelowej, jak i dzień kontrolny był jednym z dni tygodnia spędzonych w miejscu pracy, rozpoczynał się więc od takich samych obowiązków domowych. W związku z tym obserwowane w tej grupie różnice poziomu wydalania z moczem oznaczanych związków przed pracą modelową w porównaniu z dniem kontrolnym można interpretować jako skutek pewnego stanu emocjonalnego związanego z mającymi nastąpić badaniami, czego nie można wykluczyć mimo zaznajomienia osób badanych z sytuacją doświadczalną. Różnice wydalania w stosunku do wartości kontrolnych u osób badanych w warunkach laboratoryjnych wynosiły średnio dla HMMA 0,07 $\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny, dla 5-HIAA - 0,57 $\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny i dla GAG - 0,10 $\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny. Dla grupy pracownic przemysłu w pierwszym dniu tygodnia różnice te wynosiły średnio 1,09 $\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny HMMA, 0,23 $\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny 5-HIAA i 0,08 $\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny GAG. W piątym dniu tygodnia w porównaniu z pierwszym wydalanie HMMA i GAG przed pracą wzrosło, 5-HIAA obniżyło się. Ponieważ możemy założyć, że w ciągu tygodnia zmęczenie się kumuluje, wzrost wydalania HMMA i GAG i obniżenie 5-HIAA mogą wskazywać na większe zmęczenie.

Pomocna w interpretacji przyczyn zmian poziomu badanych związków może być analiza zależności ich poziomu od wieku. Wiadomo, że wraz z wiekiem obniża się poziom wydolności fizycznej i wykonywanie takiej samej pracy staje się bardziej obciążające i męczące. Zależność od wieku poziomu badanych metabolitów stwier-



Tabela 2

Wydalanie kwasu 3-metoksy-4-hydroksymigdałowego (HMMA) z moczem u kobiet podczas badań modelowych, podczas pracy na wybranych stanowiskach w przemyśle włókienniczym oraz w dniu kontrolnym

Rodzaj obciążenia (stanowisko pracy)		N	μg HMMA/mg kreatyniny		
			przed pracą P ₁	po pracy P ₂	
Badania modelowe	Tkanie	11	4,5±2,8	5,9±3,0	○
	Noszenie ciężarów	12	3,3±1,2	ΔΔ 5,8±1,7	○○○
	Wysiłek na cykloergometrze rowerowym	14	3,8±1,2	ΔΔΔ 6,3±1,7	○○○
	Dzień kontrolny	14	3,8±0,4	3,9±0,4	
Badania w przemyśle	Krosno	I 16	4,0±1,1	4,3±1,2	○
	Saurer	V 16	4,4±1,3	ΔΔ 5,3±1,1	○○○ ●●
	Przędzarka	I 16	4,4±1,9	4,5±1,5	
	PH-2	V 16 ΔΔ	4,7±1,1	ΔΔΔ 5,3±0,9	○○○ ●●
	Przędzarka	I 16 ΔΔ	5,3±2,1	ΔΔΔ 6,3±1,3	
	PH-3	V 16 ΔΔΔ	5,8±1,8	ΔΔΔ 8,2±1,6	○○○ ●●
	Przewijarka	I 16 ΔΔΔ	6,2±1,7	ΔΔΔ 7,9±2,1	○○
	Savio	V 16 ΔΔΔ	6,9±1,7	ΔΔΔ 9,3±2,4	○○○
	Przędzarka	I 16 Δ	5,2±2,0	ΔΔΔ 7,3±1,9	○○○
	PG-64	V 16 ΔΔΔ	5,9±1,8	ΔΔΔ 8,0±2,3	○○○ ●
	Pakownia	I 16	3,7±1,5	ΔΔΔ 6,5±1,4	○○○
		V 16	3,6±1,4	ΔΔΔ 6,7±1,2	○○○
	Dzień kontrolny	15	3,7±0,6	4,1±0,8	

P - wydalenie metabolitu w dniu pracy

K - wydalenie metabolitu w dniu kontrolnym

○ P₁:P₂ - p < 0,05 Δ P:K - p < 0,05 ● I:V - p < 0,05
 ○○ P₁:P₂ - p < 0,01 ΔΔ P:K - p < 0,01 ●● (dzień - p < 0,01
 ○○○ P₁:P₂ - p < 0,001 ΔΔΔ P:K - p < 0,001 ●●● tyg.) - p < 0,001



T a b e l a 3

Wydalenie kwasu 5-hydroksyindoloocetowego (5-HIAA) z moczem u kobiet podczas badań modelowych, podczas pracy na wybranych stanowiskach w przemyśle włókienniczym oraz w dniu kontrolnym

Rodzaj obciążenia (stanowisko pracy)		N	ug 5-HIAA/mg kreatyniny		
			przed pracą P ₁	po pracy P ₂	
Badania modelowe	Tkanie	11	10,1±2,6	13,8±4,6	○
	Noszenie ciężarów	12	9,7±3,8	12,1±5,4	○
	Wysiłek na cykloergo- metrze rowerowym	14	11,6±4,6	ΔΔ 13,3±4,5	○○○
	Dzień kontrolny	14	9,9±0,9	10,1±0,8	○
Badania w przemyśle	Krosno	I 7	10,4±1,4	Δ 12,5±1,8	○○
	Saurer	V 8	10,2±1,7	ΔΔΔ 14,1±2,1	○○○
	Przędzarka	I 11	ΔΔΔ 13,6±3,1	ΔΔΔ 16,4±4,6	○
	PH-2	V 7	ΔΔΔ 13,2±2,8	ΔΔΔ 18,5±3,0	○○○
	Przędzarka	I 16	9,9±3,0	Δ 12,7±2,7	○
	PH-3	V 16	8,9±2,6	Δ 12,9±2,8	○○○
	Przewijarka	I 12	9,9±3,2	12,3±4,4	
	Savio	V 12	8,4±2,1	10,4±3,0	
	Przędzarka	I 12	11,1±4,1	ΔΔ 13,1±2,6	
	PG-64	V 12	11,1±3,4	ΔΔ 13,4±2,6	
	Pakownia	I 12	9,7±2,7	ΔΔ 14,1±3,6	○○
		V 12	10,2±2,6	ΔΔΔ 15,4±3,5	○○○
	Dzień kontrolny	15	9,6±1,3	11,0±0,9	○○○

P - wydalenie metabolitu w dniu pracy

K - wydalenie metabolitu w dniu kontrolnym

○ P₁:P₂ - p < 0,05 Δ P:K - p < 0,05 I:V - n.z.
○○ P₁:P₂ - p < 0,01 ΔΔ P:K - p < 0,01 (dzień
○○○ P₁:P₂ - p < 0,001 ΔΔΔ P:K - p < 0,001 tyg.)

T a b e l a 4

Wydalanie glukozaminoglikanów (GAG) z moczem u kobiet podczas badań modelowych, podczas pracy na wybranych stanowiskach w przemyśle włókienniczym oraz w dniu kontrolnym

Rodzaj obciążenia (stanowisko pracy)		N	μg GAG/mg kreatyniny		
			przed pracą P ₁	po pracy P ₂	
Badania modelowe	Tkanie	11	3,0 [±] 1,2	Δ 4,7 [±] 1,5	○○
	Noszenie ciężarów	12	2,8 [±] 1,3	Δ 4,6 [±] 1,8	○○
	Wysiłek na cycloergo- metrze rowerowym	14	3,8 [±] 1,5	ΔΔ 6,9 [±] 3,1	○○○
	Dzień kontrolny	14	3,3 [±] 0,7	3,4 [±] 0,6	
Badania w przemyśle	Krosno	I 7	4,3 [±] 0,8	ΔΔ 5,7 [±] 0,5	○○○
	Saurer	V 7	4,8 [±] 1,6	ΔΔΔ 6,6 [±] 1,0	○○○●
	Przędzarka	I 11	Δ 3,2 [±] 0,9	5,0 [±] 1,3	○○
	PH-2	V 7	3,5 [±] 0,6	Δ 5,5 [±] 0,8	○○○
	Przędzarka	I 16	4,1 [±] 1,9	ΔΔ 6,5 [±] 2,6	○○
	PH-3	V 16	3,4 [±] 1,6	Δ 5,7 [±] 2,1	○○
	Przewijarka	I 12	3,3 [±] 1,0	Δ 5,4 [±] 1,5	○○○
	Savio	V 12	3,5 [±] 1,2	ΔΔ 5,9 [±] 1,6	○○○
	Przędzarka	I 12	ΔΔ 5,8 [±] 1,5	ΔΔΔ 7,2 [±] 1,7	○
	PG-64	V 12	ΔΔΔ 6,4 [±] 1,0	ΔΔΔ 8,8 [±] 1,6	○○○
	Pakownia	I 12	4,8 [±] 1,9	ΔΔΔ 6,9 [±] 2,3	○
		V 12	4,9 [±] 1,9	ΔΔΔ 7,6 [±] 2,5	○○
	Dzień kontrolny	15	4,2 [±] 1,0	4,3 [±] 1,0	

P - wydalenie metabolitu w dniu pracy

K - wydalenie metabolitu w dniu kontrolnym

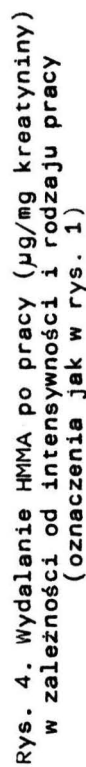
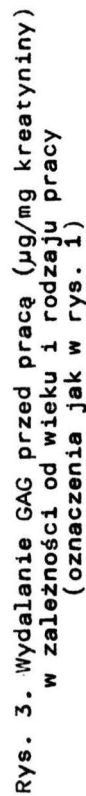
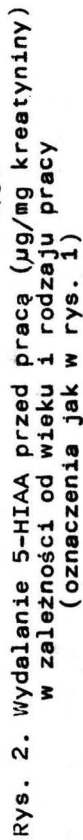
○ P₁:P₂ - p < 0,05 Δ P:K - p < 0,05 ● I:V - p < 0,05
 ○○ P₁:P₂ - p < 0,01 ΔΔ P:K - p < 0,01 (dzień
 ○○○ P₁:P₂ - p < 0,001 ΔΔΔ P:K - p < 0,001 tyg.)

dzanego przed pracą przedstawiono na rysunkach 1-3. Dla żadnego z badanych metabolitów nie stwierdzono prostoliniowej zależności pomiędzy poziomem przed pracą a wiekiem, co wskazuje na występowanie jeszcze dodatkowych czynników decydujących o obciążeniu, jakim może być niewątpliwie fakt zmniejszenia obowiązków domowych u osób starszych w związku z dorastaniem dzieci.

Poziom HMMA w porcjach moczu zebranych za cały okres pracy był wyższy w porównaniu z poziomem określonym w porcjach moczu zebranych w takim samym okresie w dniach kontrolnych (rys. 4).

Wydalanie HMMA podczas pracy było również wyższe niż przed jej rozpoczęciem i różnice te były w większości przypadków statystycznie istotne. Analizując wzrost poziomu wydalania HMMA podczas pracy w stosunku do wydalania w tym samym okresie w dniu kontrolnym dostrzega się pewną zależność od intensywności wysiłku - współczynnik korelacji pomiędzy wydatkiem energetycznym podczas pracy a wydalaniem HMMA w czasie pracy dla wszystkich badanych grup wynosił 0,408, natomiast dla grup pracowników przemysłu w pierwszym dniu tygodnia 0,722. Wydalenie HMMA w piątym dniu tygodnia było jeszcze wyższe w porównaniu z sytuacją kontrolną niż w pierwszym dniu tygodnia i różnica ta była istotna dla osób obsługujących krosna Saurer oraz przędzarki PH-2, PH-3 i PG-64. Współczynnik korelacji między wydatkiem energetycznym w pracy a wydalaniem HMMA w 5 dniu tygodnia u pracowników przemysłu wynosił 0,446. Mniej wyraźna zależność wydalania HMMA podczas pracy od jej kosztu energetycznego w piątym dniu tygodnia w porównaniu z pierwszym dniem tygodnia była związana z faktem, że przyrost wydalania pod koniec tygodnia był ujemnie skorelowany z ciężkością pracy ($r = -0,546$), największy był u osób obsługujących przędzarki PH-3, a najmniejszy u pakowaczek. Jeszcze wyraźniejsza była zależność wydalania HMMA od intensywności wysiłku wówczas, gdy wydalanie to wyrażone zostało jako różnica w stosunku do poziomu przed pracą (rys. 5). Zależność ta jest bardzo dobra dla grup pracowników przemysłu - dla pierwszego dnia tygodnia współczynnik korelacji wynosił 0,956, a dla piątego dnia 0,780. Zależność tę "psuje" w pewnym stopniu uwzględnienie grupy osób wykonujących pracę w warunkach laboratoryjnych - dla wszystkich grup badanych współczynnik korelacji pomiędzy wielkością wydatku energetycznego a poziomem HMMA wynosił 0,490. Analizując rodzaj wykonywanych prac w warunkach laboratoryjnych widzi się, że czynnikiem podnoszącym poziom wydalania HMMA, przy względnie niskim wydatku energetycznym, jest wysiłek statyczny będący zasadniczym elementem obciążającym podczas tkania i noszenia, natomiast typowy wysiłek dynamiczny, nawet przy znacznym wydatku energetycznym, zwiększa wydalanie HMMA we względnie mniejszym stopniu. W piątym dniu tygodnia wydalanie HMMA podczas pracy w stosunku do wartości przed pracą było wyższe niż w pierwszym dniu tygodnia, a wielkość tej różnicy była ujemnie skorelowana z kosztem energetycznym pracy ($r = -0,542$).

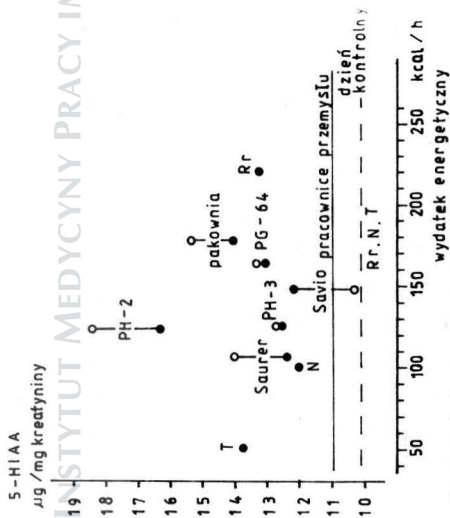
Wydalenie 5-HIAA podczas pracy było dla wszystkich grup wyższe w porównaniu z wydalaniem w takim samym okresie w warunkach kontrolnych i w porównaniu z poziomem wydalania przed pracą (rys. 6 i 7). Jednakże analizując zależność wydalania 5-HIAA od wydatku energetycznego widzi się, że jest ona odmienna niż dla HMMA. Mianowicie nie stwierdzono korelacji pomiędzy wydatkiem energetycznym a wydalaniem 5-HIAA dla wszystkich grup i dla pracowników przemysłu w pierwszym dniu tygodnia. Dopiero w piątym dniu tygodnia u pracowników przemysłu wystąpiła ujemna korelacja wydalania 5-HIAA i wydatku energetycznego - współczynnik korelacji wynosił $-0,149$. Współczynniki korelacji pomiędzy wydatkiem energetycznym a różnicą wydalania 5-HIAA podczas pracy i przed pracą wynosiły odpowiednio: $r = -0,283$;



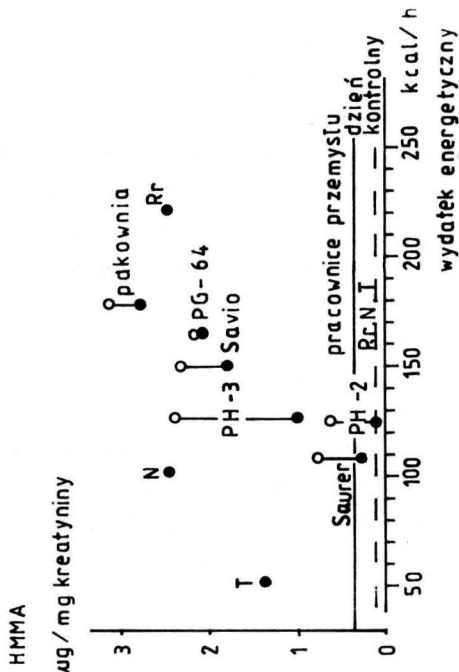
0,521, -0,154. Wydalanie 5-HIAA w piątym dniu tygodnia było na ogół wyższe niż w pierwszym dniu pracy, tylko u osób obsługujących przewijarki Savio obniżało się. Uwzględniając charakter wykonywanej pracy oraz kierunek zmian poziomu wydalania 5-HIAA wraz ze wzrostem intensywności wysiłku, a także obserwacje dotyczące poziomu spoczynkowego, można stwierdzić, że za wzrost poziomu wydalania 5-HIAA podczas pracy nie jest odpowiedzialny znaczny wydatek energetyczny, ale raczej ograniczenie ruchliwości (praca T i N oraz praca w pakowni). Trudno jednak interpretować przyczyny wzrostu wydalania 5-HIAA na przestrzeni tygodnia pracy – wzrost ten obserwowano, jak już wspomniano, we wszystkich grupach, z wyjątkiem osób obsługujących przewijarki Savio. Analizując wzrost poziomu wydalania 5-HIAA w piątym dniu tygodnia w stosunku do pierwszego dnia stwierdzono, że wartości te były ujemnie skorelowane z kosztem energetycznym pracy (współczynniki korelacji wynosiły dla różnic wartości podczas pracy $r = -0,611$, a dla różnic przyrostu podczas pracy w stosunku do wartości przed pracą $r = -0,645$). Potwierdza to przypuszczenie o braku wpływu wysokiego kosztu energetycznego pracy na wzrost wydalania 5-HIAA. U pracowników obsługujących przewijarki stwierdzono, jak już wspomniano, zmniejszenie wydalania 5-HIAA pod koniec tygodnia pracy, a były to osoby w większości mieszkające poza Łodzią, których obciążenie pozazawodowe było duże – porównywalne z ciężkością pracy zawodowej. Sumowanie się tych obciążeń powodowało obniżenie wydalania 5-HIAA podczas pracy w piątym dniu tygodnia do wartości nie tylko niższych od stwierdzanych w pierwszym dniu tygodnia, ale również niższych od poziomu wydalania 5-HIAA w takim samym okresie, ale w sytuacji kontrolnej.

Wydalanie glukozaminoglikanów w porcjach moczu zebranych podczas pracy było wyższe w porównaniu z wydalaniem w analogicznym okresie w dniu kontrolnym i w porównaniu z wydalaniem przed pracą. Różnice te były statystycznie istotne. W piątym dniu tygodnia wydalanie GAG podczas pracy było wyższe w porównaniu z pierwszym dniem tygodnia (z wyjątkiem grupy osób obsługujących przędzarki PH-3, u których obserwowano niewielkie obniżenie wydalania), lecz różnice te były statystycznie istotne tylko dla grupy osób obsługujących krosna Saurer. Analizując zależność poziomu wydalania GAG od intensywności wysiłku określanej wielkością wydatku energetycznego stwierdzono (rys. 8), że współczynnik korelacji dla wszystkich grup wynosił 0,784, dla pracowników przemysłu w pierwszym dniu tygodnia 0,638, a w piątym dniu tygodnia 0,657. Wartości współczynników korelacji pomiędzy wydatkiem energetycznym a różnicą wydalania GAG (rys. 9) podczas pracy w stosunku do wartości przed pracą wynosiły odpowiednio: $r = 0,620$; $-0,237$, $0,928$. Wzrost wydalania GAG w piątym dniu tygodnia w porównaniu z pierwszym dniem był dodatnio skorelowany z kosztem energetycznym pracy – współczynnik korelacji dla różnic wydalania po pracy wynosił 0,193, a dla różnic przyrostu w stosunku do wartości spoczynkowych 0,621.

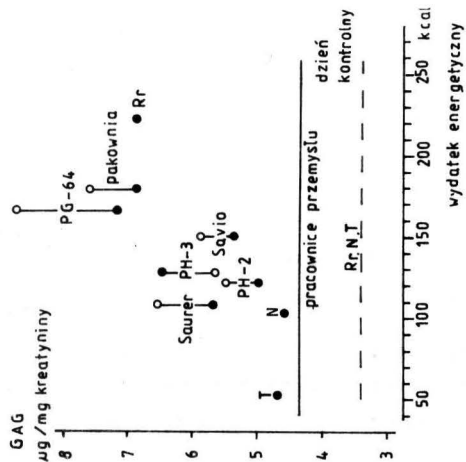
Nieco inaczej przedstawiają się zależności poziomu badanych związków od intensywności i rodzaju pracy wówczas, gdy wielkość wydalania podczas pracy przedstawiona zostanie jako odsetek wzrostu w stosunku do wartości przed pracą (rys. 10–12). W odniesieniu do wydalania HMMA widać wyraźnie większy jego poziom u pracowników pakowni. Jak już wspomniano, czynnikiem obciążającym u pakowaczek był znaczny wysiłek statyczny wynikający zarówno z utrzymywania pozycji stojącej, jak i przenoszenia ciężarów. Duże obciążenie statyczne wg szacunkowej oceny występowało również u osób obsługujących przewijarki Savio, lecz u nich wysiłek statyczny był związany przede wszystkim z koniecznością unoszenia rąk podczas



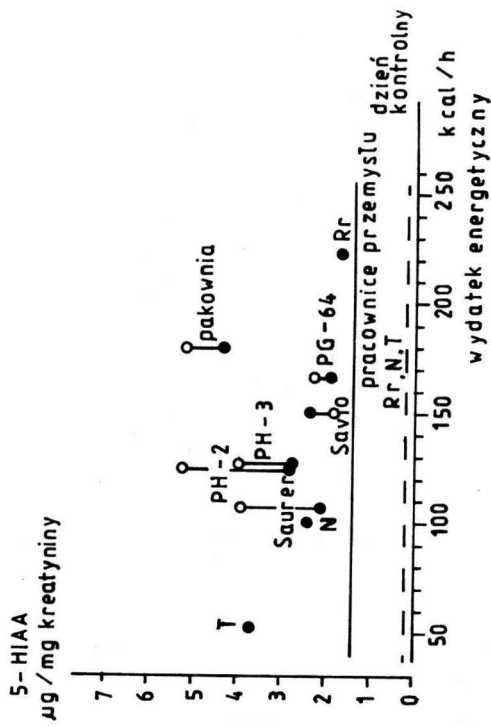
Rys. 5. Wydalanie 5-HIAA ($\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny), wyrażone jako różnica wydalania po pracy w stosunku do wartości przed pracą, w zależności od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)



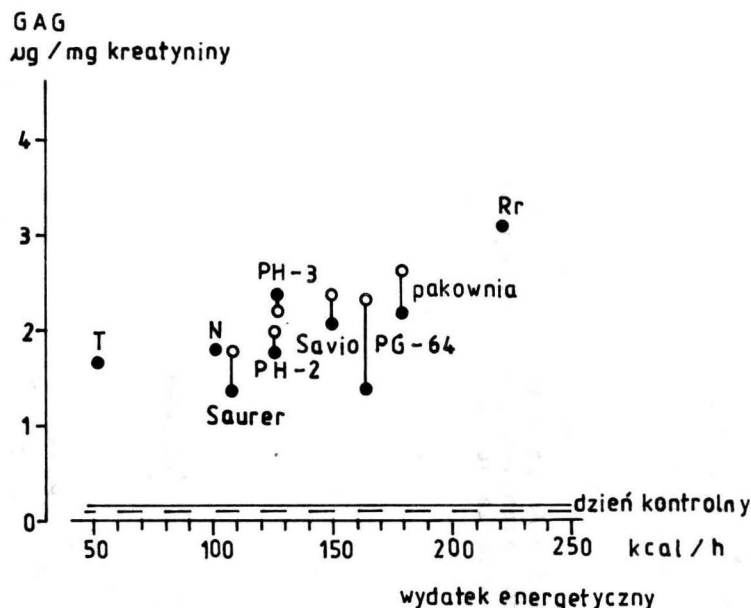
Rys. 7. Wydalanie 5-HIAA ($\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny), wyrażone jako różnica wydalania po pracy w stosunku do wartości przed pracą, w zależności od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)



Rys. 6. Wydalanie 5-HIAA po pracy ($\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny) w zależności od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)



Rys. 8. Wydalanie 5-HIAA po pracy ($\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny) w zależności od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)

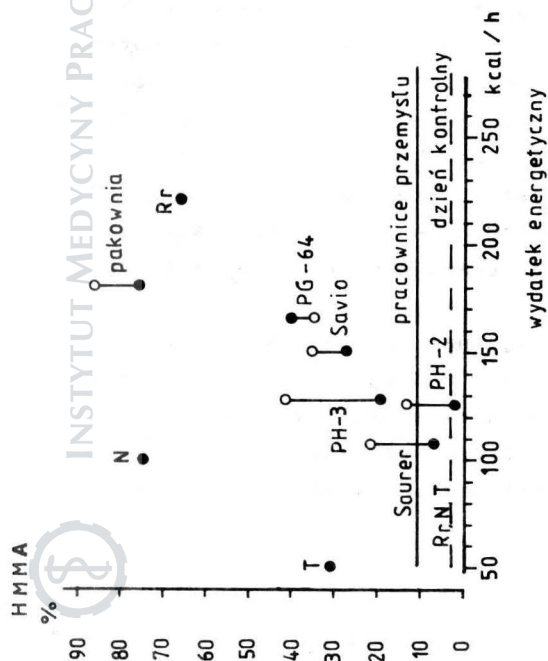


Rys. 9. Wydalanie GAG ($\mu\text{g}/\text{mg}$ kreatyniny), wyrażone jako różnica wydalania po pracy w stosunku do wartości przed pracą, w zależności od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)

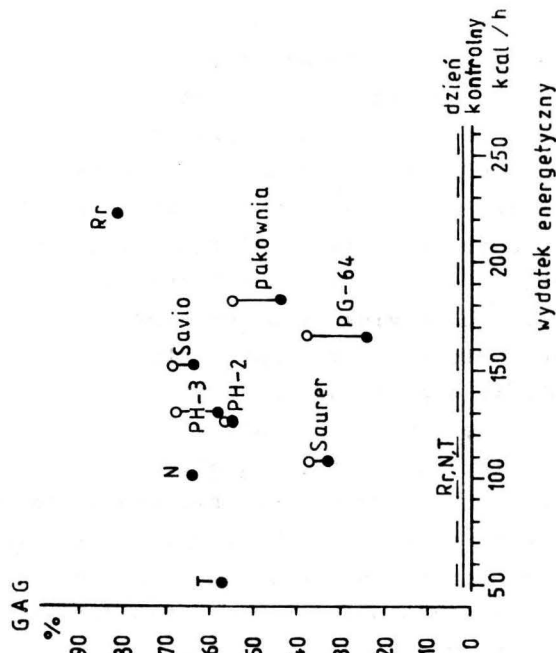
likwidacji licznych zrywów. Odsetek wzrostu wydalania HMMA podczas pracy u osób obsługujących przewijarki Savio był zbliżony do poziomu stwierdzonego u badanych w warunkach laboratoryjnych podczas tkania, a u pracowników pakowni – do poziomu wydalania stwierdzonego w warunkach laboratoryjnych podczas noszenia.

Wydalanie 5-HIAA podczas pracy – wyrażone jako odsetek wzrostu wartości przed pracą – było najwyższe u pracowników pakowni, mniejsze u osób obsługujących przędzarki PH-3 i wykonujących pracę będącą modelem wysiłku statycznego (tkanie) w warunkach laboratoryjnych. Ten rodzaj pracy w warunkach laboratoryjnych jak i pracę w pakowni cechuje wspólny element względnie małej ruchliwości, ale również wysiłku statycznego. Obciążenie statyczne występowało również u osób obsługujących przędzarki Savio, choć u nich wyrażony w procentach wzrost wydalania 5-HIAA w stosunku do wartości przed pracą był niewielki, podobnie jak u osób przenoszących ciężary w warunkach laboratoryjnych. Widać stąd, że zestawienie wysiłku statycznego z pewnym ograniczeniem ruchliwości może być uważane za przyczynę wzrostu wydalania 5-HIAA. Nie może to być jednak przyczyna jedyna, gdyż ograniczenia ruchliwości nie obserwowano u osób obsługujących przędzarki PH-3, a stwierdzono u nich względnie wysoki poziom wydalania 5-HIAA.

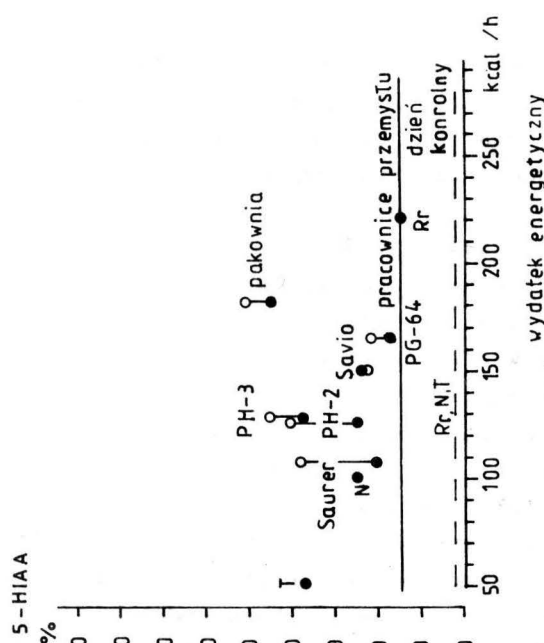
Przedstawiając wzrost poziomu wydalania GAG podczas pracy w odsetkach wartości przed pracą, można stwierdzić, że wydalanie tego związku było względnie wysokie u osób badanych w warunkach laboratoryjnych oraz u osób obsługujących przędzarki PH-2 i PH-3 oraz przewijarki Savio. Jak wynika z analizy piśmiennictwa, przyczyną wzrostu wydalania GAG może być napięcie nerwowo-emocjonalne lub też ogólnie mówiąc stres psychiczny. Ani praca w warunkach laboratoryjnych, ani obsługiwanie stanowisk pracy w przemyśle włókienniczym nie wiążą się z takim obciążeniem psychicznym, które można by określić jako stres. Tym niemniej obciążenie o charakterze obciążenia psychicznego w grupach osób, u których stwierdzono wyższy wzrost wydalania GAG, było wyższe niż u pozostałych. U osób wykonu-



Rys. 10. Zależność wydalania HMMA, wyrażonego jako procent wzrostu w stosunku do wartości przed pracą, od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)



Rys. 12. Zależność wydalania GAG, wyrażonego jako procent wzrostu w stosunku do wartości przed pracą, od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)



Rys. 11. Zależność wydalania 5-HIAA, wyrażonego jako procent wzrostu w stosunku do wartości przed pracą, od intensywności i rodzaju pracy (oznaczenia jak w rys. 1)

jących pracę w warunkach laboratoryjnych obciążającym mógł być sam fakt przeprowadzania u nich badań. U osób obsługujących przedzarki PH-2 i PH-3 czynnikiem obciążającym był system akordu zespołowego, natomiast u obsługujących przewijarki Savio – duże tempo pracy związane z likwidacją częstych zrywów (na pozostałych stanowiskach pracy w przemyśle obowiązywał akord indywidualny).

Z przedstawionych danych wynika, że włączenie oznaczania HMMA, 5-HIAA i GAG do badań mających na celu ocenę intensywności wysiłku podczas pracy pozwala spojrzeć na wykonywaną pracę nie tylko poprzez pryzmat wydatku energetycznego. Związek poziomu wydalania badanych substancji z wielkością wydatku energetycznego jest raczej słaby. Wskazuje to na występowanie w pracy również innych czynników obciążających, których działanie wywołuje wzrost wydalania omawianych substancji. Wyższe wydalanie HMMA, 5-HIAA i GAG po pracy jest wypadkową wielu czynników, takich jak: wysiłek fizyczny, obciążenie statyczne i psychiczne, napięcie emocjonalne oraz nieunikniony w warunkach przemysłowych hałas i stres cieplny. Wszystkie te czynniki nakładając się są powodem dużego obciążenia pracą i narastającego zmęczenia. Nie ulega wątpliwości, że praca fizyczna zwiększa wydalanie z moczem badanych związków – szczególnie praca związana ze znacznym obciążeniem statycznym i psychicznym. Obciążenie psychiczne występuje z różnym nasileniem podczas każdej pracy, gdyż związane jest z uzyskiwaniem informacji (odbieraniem sygnałów za pomocą wzroku, słuchu, dotyku), z podejmowaniem decyzji i wykonywaniem czynności polegających na uruchomieniu maszyny i regulowaniu jej działania. Towarzyszy mu ciągła gotowość, koncentracja i wysiłek umysłowy pracownika. Pobudzenie emocjonalne towarzyszące wysiłkowi fizycznemu wzmacnia działanie mechanizmów adaptacji wysiłkowej i pozwala na głębsze sięgnięcie do rezerw energetycznych organizmu. Biorąc pod uwagę cały organizm trzeba zwrócić uwagę na zwiększenie przez aminy katecholowe mobilizacji pozamięśniowych substratów energetycznych – glukozy z wątroby i wolnych kwasów tłuszczowych z tkanki tłuszczowej. Stężenie amin katecholowych we krwi zwiększa się w stanach emocji, a ich działanie wspomagają hormony kory nadnerczy oraz glukagon, wydzielane jednocześnie w większych ilościach [15,17]. Obciążenia statyczne w czasie pracy zawodowej występują praktycznie wszędzie. Oprócz niekorzystnej lub wymuszonej pozycji ciała ich źródłem może być sam charakter pracy – utrzymywanie na odpowiedniej wysokości pracującej kończyny, narzędzia czy przedmiotu podlegającego obróbce. Ponadto obciążenie statyczne może być wynikiem niedostosowania stanowiska roboczego do fizjologicznych wymagań człowieka.

Ocena wielkości obciążenia pracą zawodową stanowi nadal ważny problem. Warunki techniczne i czynności wykonywanej pracy wyznaczają określony stereotyp aktywności ruchowej, który w różnym – coraz częściej niedostatecznym – stopniu uwzględnia potrzeby psychofizyczne organizmu. Do niedawna stosowane kryteria oceny nie ujmowały tego zagadnienia w dostatecznie szerokim zakresie [7, 14, 20]. Wydaje się zatem celowe zastosowanie testów biochemicznych do oceny obciążeń występujących w pracy. Oznaczanie zwłaszcza HMMA i GAG może stanowić dogodny wskaźnik, dający odpowiedź na pytanie, jak reaguje ustrój pracownika na określone obciążenie.

Na podstawie przeprowadzonych badań nasuwają się nam pewne spostrzeżenia: ażeby skontrolować wzrost wydalania HMMA, 5-HIAA i GAG spowodowany wysiłkiem psychofizycznym wystarczy porównywać wartości wydalania ww. metabolitów po pracy z wartościami wyjściowymi przed pracą, pomijając dzień kontrolny; wydalanie badanych substancji powinno się przeliczać na mg kreatyniny, ponieważ wydaje się,

że w ten sposób z mniejszym błędem przedstawia się wydalanie z moczem metabolitów związków aktywnych biologicznie; przedstawienie wydalania HMMA, 5-HIAA i GAG jako procentu wzrostu w stosunku do wartości przed pracą daje jaśniejszy obraz zmian, jakie zachodzą w organizmie wskutek wysiłku.

Trudno by było na podstawie uzyskanych wyników definitywnie wypowiadać się o rodzaju obciążenia i związanym z nim wzroście wydalania badanej substancji z moczem, ale wnikliwa analiza tych wyników sugeruje, że wyższe wydalanie HMMA związane jest bardziej z obciążeniem statycznym, natomiast wyższe wydalanie GAG po pracy może zgodnie z danymi piśmienniczymi odzwierciedlać stan psychiczny i emocjonalny badanych osób. Można zatem powiedzieć, że istnieje zależność między wielkością obciążenia psychicznego a ilością wydalaną z moczem metabolitów katecholamin i serotoniny oraz glukozaminoglikanów. Na podstawie ich wydalania można wnioskować czy praca na badanym stanowisku związana jest z wysiłkiem statycznym, czy też ze znacznym obciążeniem psychicznym.

PIŚMIENNICTWO

1. Astrand P.O., Rodahl O.: Textbook of work physiology. Mc Graw Hill New York, 1970
2. Bilczuk L., Paciorkowska A., Rafalski H., Szponar L., Wrońska-Węclaw W.: Poziom hydroksyproliny i kreatyniny w różnych fazach dojrzałości fizjologicznej chłopców. Med Wiejska, 1972, 4, 275
3. Bitter T., Muir H.M.: A modified uronic acid carbazole reaction. Anal Biochem, 1962, 4, 330
4. Blaschko H., Muscholl E.: Catecholamines. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, New York 1972
5. Di Ferrante N., Rich C.: The mucopolysaccharide of normal urine. Clin Chim Acta, 1956, 1, 519
6. Dukes-Dobos F.N.: Fatigue from the point of view of urinary metabolites. Ergonomics, 1971, 14, 1, 31
7. Durnin J.V.G., Passmore R.: Energetyka pracy i wypoczynku. PWN, Warszawa 1969
8. Fidelski R.: W sprawie ustalenia podstaw jednolitej metodyki badania wydolności fizycznej młodzieży zawodowych szkół mechanicznych i włókienniczych. Materiały do studiów i badań CIOP, 1979, 45, 7-19
9. Galbo H., Holst J., Christensen N.J., Hilsted J.: Glucagon and plasma catecholamines during beta - receptor blockade in exercising man. J Appl Physiol, 1976, 40, 6, 855
10. Hansen A.: Ergonomiczna analiza uciążliwości pracy. CRZZ, Warszawa 1970
11. Kokot F.: Metody badań laboratoryjnych stosowanych w klinice. PZWL, Warszawa 1969
12. Kärki N.T.: The urinary excretion of noradrenaline and adrenaline in different age groups, its diurnal variation and the effect of muscular work on it. Acta Physiol Scand, 1956, 39, 132, 7
13. Kosicki B., Wylegalski S.: Zależność między wydalaniem niektórych elektrolitów, a wydalaniem A i NA w moczu. XIV Zjazd Pol Tow Med Sport, Katowice 8-10.IV.1972



14. Kozłowski S., Brzezińska Z., Nazar K., Kowalski W.: Activation of adrenergic system during exercise in men: relation to work load and physical working capacity. *Bull Acad Pol Sci*, 1972, 20, 897
15. Kozłowski S., Nazar K.: Fizjologiczna regulacja metabolizmu wysiłkowego. *Acta Physiol Pol*, 1979, 30, 18, 19
16. Le Blanc J., Boulay M., Dulac S., Jobin M., Labrie A., Rousseau-Migneron S.: Metabolic and cardiovascular responses to norepinephrine in trained and non-trained human subjects. *J Appl Physiol*, 1977, 42, 2, 166
17. Levi L.: Stress and distress in response to psychosocial stimuli. *Acta Med Scand*, 1972, 191, 528
18. Linke P.G., Metze R.: Die Katecholaminausscheidung trainierter und untrainierter Jugendlicher bei physischer Belastung. *Arztl Jugendkd*, 1972, 63, 177
19. Mac Farlane P.S.: Endocrine aspects of argentaffinoma with special reference to the use of urinary 5-hydroxyindoleacetic acid estimations in diagnosis. *Scott Med J*, 1956, 1, 148
20. Makowiec-Dąbrowska T., Sprusińska E., Radwan-Włodarczyk Z., Koszada-Włodarczyk W.: Wpływ rodzaju pracy na związek między subiektywną i obiektywną oceną obciążenia pracą. *Med Pr*, 1981, 3, 165
21. Makowiec-Dąbrowska T., Drewczyński A., Woskowska Z., Lewgoud-Chwiałkowska T.: Wpływ pracy o różnym charakterze i intensywności na zmiany zdolności wysiłkowej. *Med Pr*, 1984, 2, 113
22. Margolis R.U., Margolis R.K.: Metabolism and function of glycoproteins and glycosaminoglycans in nervous tissue. *J Biochem*, 1977, 8, 85
23. Markiewicz L., Jankowski K., Grzesiuk L., Szadkowski S.: Excretion of catecholamines, corticosteroids and 5-HIAA as related to the testing conditions, physical fitness and psychological variables of healthy subjects. *Acta Med Pol*, 1973, 1, 51
24. Mienszikow W.W.: Ob opriedielenii katiecholaminov w moče. *Lab Del*, 1961, 4, 18
25. Mikołajczyk H., Iżycki J.: Wydalanie glukozaminoglikanów w moczu u pracowników narażonych na wibracje. *Med Pr*, 1974, 6, 555
26. Ogiński A.: Uropepsynuria i mukoproteinuria w pracy zmianowej. *Przegl Lek*, 1967, 10, 750
27. Ogiński A., Arabski M., Jędrychowski W., Pycela Z.: Test uropepsynowy i reakcja Donaggio w wysiłku umysłowym. *Przegl Lek*, 1967, 23, 739
28. Owczarek T.: Zależność poziomu stężenia kwasu wanilinomigdałowego od cech temperamentalnych w świetle wyników sportowych u skoczków spadochronowych. *Monogr AWF Poznań*, 1977, 92, 31
29. Romanowski W., Grabiec St.: Rola serotoniny w mechanizmie centralnego zmęczenia. *Acta Physiol Pol*, 1974, 2, 127
30. Sroczyński J., Węgiel A., Maczar A.: Wpływ drgań mechanicznych i hałasu na wydalanie glikozaminoglikanów (mukopolisacharydów) i hydroksyproliny. *Med. Pr*, 1979, 1, 55
31. Surowiec K.: Emocjonalne obciążenie pracą. *Stud Mat Monogr IMP Łódź*, 1984, 1 (18), 70
32. Terelak J.: Problemy badania obciążenia pracą i zmęczenia personelu latającego. *Med Lotn*, 1979, 64-65, 76



33. Udenfriend S., Titus E., Weissbach H.: The identification of 5-hydroxy-3-indoleacetic acid in normal urine and a method for its assay. J Biol Chem, 1955, 216, 499
34. Valentin H., Gossler K., Schaller K.H., Schacke G., Schiele R., Weltle D.: Die Analyse des Stress aus arbeitsmedizinischer Sicht. Dortmund 1977
35. Woiwood A.J., Knight R.: The determination of 3-methoxy-4-hydroxymandelic acid in urine. J Clin Pathol, 1961, 14, 502
36. Wylegalski S.: Badania nad adaptacją organizmu do wysiłku fizycznego w świetle wydalania amin katecholowych. Monogr AWF Poznań, 1977, 92, 49.

A. TOPOLSKA, R. FIDELSKI

BIOCHEMICAL INDICES OF PSYCHOPHYSICAL LOAD

Summary

Automatization in industry causes a decrease in energy expenditure through elimination of dynamic effort, and simultaneously affects increasingly the static component and psychic load. The study was aimed at broadening the information on the feasibility of occupational work load assessment, especially on the work-posts characterized by a considerable static effort and psychic load. Some selected biochemical tests have been used in the study.

The impact of psychophysical effort on excretion of 3-methoxy-4-hydroxymandelic acid, 5-hydroxyindoleacetic acid and glucosaminoglycans with urine was assayed. The excretion of a.m. metabolites in urine of women subject to model effort of dynamic, static and static-dynamic type as well as in women employed at selected work-posts in the textile industry was examined. A dependence was found between excretion of metabolites with urine and both the intensity and type of work.

A. Топольска, Р. Фидельски

Биохимические показатели психофизической нагрузки

Содержание

Автоматизация в промышленности вызывает понижение энергозатрат труда путём элиминации динамического усилия, при одновременном повышении статической компоненты и психической нагрузки. Целью работы было расширить знания о возможностях оценки тяжести трудовой деятельности в особенности на тех рабочих местах, где статическое усилие и психическая нагрузка значительны. В исследованиях использовались выбранные биохимические тесты. Оценено влияние психофизического усилия на выведение в мочой 3-метокси-4-оксиминдальной кислоты, 5-оксииндолилуксусной кислоты и глюкозамингликанов.

Исследовали выделение в/у метаболитов в моче у женщин во время образцовых усилий: динамических, статических, статически-динамических, а также у женщин занятых при обслуживании выбранных мест в текстильной промышленности. Обнаружено зависимость выделения метаболитов с мочой от интенсивности и вида трудовой деятельности.