

Helena Leśnik

OCENA OBCIĄŻENIA PRACĄ WZROKOWĄ*

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

W publikacji omówiono zagadnienia pracy wzrokowej, obciążenia narządu wzroku, zmęczenia wzroku oraz przyczyny mogące intensyfikować obciążenie pracą wzrokową i zmęczenie po tej pracy, zależne od pracy, środowiska pracy i stanu narządu wzroku pracownika. Podano proste metody oceny zmęczenia narządu wzroku pracą.

W pracy zawodowej człowiek się spotyka z obciążeniem różnego typu czynnikami wynikającymi z samej pracy (obciążenie wysiłkiem fizycznym - dynamicznym i statycznym, obciążenie psychiczne, obciążenie narządu wzroku) bądź też ze środowiska pracy (mikroklimat, hałas, wibracja, nieprawidłowe oświetlenie itp). Obciążenie pracą wywołuje zmęczenie, które jest definiowane jako fizjologiczny stan organizmu spowodowany pracą i przejawiający się odwracalnym zmniejszeniem zdolności do jej wykonywania. Wśród wielu rodzajów zmęczenia wyróżniono również pojęcie tzw. zmęczenia ocznego, jako rodzaju zmęczenia wywołanego wykonywaniem pracy wzrokowej.

W procesie pracy człowieka nie istnieją w zasadzie czynności, które nie wymagałyby informacji dostarczanej przez narząd wzroku. Oczywiście nie każda praca angażująca narząd wzroku stanowi dla niego obciążenie, bo nie zawsze proces widzenia jest pracą. Pracą dla oka jest widzenie z bliska. Obciążenie narządu wzroku jest więc tym większe, im mniejsze są wymiary przedmiotu pracy (czy szczegółu pracy wzrokowej), ponieważ im mniejszy przedmiot musi być obserwowany, tym bliżej oka trzeba go umieścić, aby jego obraz powstający na siatkówce był dostatecznie duży. Za wielkość szczegółu pracy wzrokowej przyjmuje się najmniejszy wymiar oglądanego przedmiotu, np. przy czytaniu, kiedy trzeba odróżnić literę "o" od litery "c", będzie to odległość między obu końcami litery "c".

Wykonanie pracy wzrokowej, tak jak i każdej innej pracy, wymaga wydatkowania energii, która w oku wykonującym pracę jest zużywana głównie na skurcze mięśni zapewniających akomodację, konwergencję i fiksację oraz na resyntezę barwnika wzrokowego. Akomodacja (zwiększenie siły łamiącej układu optycznego oka) jest uruchamiana, jeśli oglądany przedmiot znajduje się w odległości od 5 m od oka do odległości równej punktowi bliży wzrokowej. Im bliżej oczu musi się znajdować obserwowany przedmiot, tym silniejszy musi być skurcz mięśni zapewniających konwergencję (zbieżne ustawienie gałek ocznych, tak aby osie widzenia przecięły się na obserwowanym przedmiocie) i fiksację (utrzymywanie obrazu przedmiotu na

*W pracy przedstawiono część wyników badań prowadzonych w ramach tematu CPBR 11.11.34 "Opracowanie kompleksowej metodyki pomiaru obciążeń występujących we współczesnych rodzajach pracy" w problemie "Medycyna pracy".

plamce żółtej)). Praca mięśni oka związana z fiksacją zwiększa się zwłaszcza w przypadku konieczności obserwacji przedmiotu pracy, który się porusza w polu widzenia. Wielkość obciążenia narządu wzroku pracą (poza zależnością od wielkości przedmiotu pracy) zależy również od stopnia trudności pracy wzrokowej, który z kolei wynika z kontrastu przedmiotu pracy z tłem i ze współczynnika odbicia powierzchni przedmiotu pracy (tab. 2). Od stopnia trudności pracy wzrokowej zależy zaś wymagane do jej wykonania natężenie oświetlenia (tab. 1).

T a b e l a 1

Najmniejsze średnie natężenie oświetlenia w zależności od wielkości szczegółu pracy wzrokowej i stopnia jej trudności

Wielkość szczegółu pracy wzrokowej		Stopień trudności pracy wzrokowej		
		1	2	3
charakterystyka pracy wzrokowej	wielkość szczegółu pracy (mm)	najmniejsze średnie natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pracy (lx)		
Szczególnie dokładna	do 0,1	-	2000	6000
Bardzo dokładna	0,1-0,3	-	1000	3000
Dokładna	0,3-1,0	-	500	1500
Średnio dokładna	1,0-10,0	100	300	500
Mało dokładna	powyżej 10,0	70	200	-

T a b e l a 2

Stopień trudności pracy wzrokowej (wg PN-68/E-02033)

Współczynnik odbicia	Stopień trudności pracy wzrokowej		
	kontrast duży	kontrast średni	kontrast mały
Duży	1	1	2
Średni	2	2	2
Mały	2	3	3

Obciążenie narządu wzroku może także być spowodowane wadliwym oświetleniem płaszczyzny pracy wzrokowej. Nieprawidłowe oświetlenie może intensyfikować obciążenie wynikające z pracy wzrokowej. Takie oświetlenie może powodować, że nawet praca obiektywnie niezbyt trudna wzrokowo może stać się pracą obciążającą narząd wzroku w stopniu znacznym lub bardzo dużym. Jeśli natężenie oświetlenia na stanowisku pracy jest zbyt niskie w stosunku do wymagań, wówczas aby przedmiot

pracy był dobrze widoczny, pracownik bardziej przybliżył go do oczu (zwiększa się praca mięśni oka) lub bardziej pochyla się nad płaszczyzną pracy. Przyjmuje wtedy często niewygodne, wymuszone pozycje, co zwiększa obciążenie statyczne mięśni szkieletowych. Tak więc zbyt niskie natężenie oświetlenia zwiększa pracę mięśni oka. Jak już wspomniano poprzednio, energia zużywana jest również w siatkówce w procesie resyntezy barwnika wzrokowego. Wydatkowanie energii na ten cel wynikające z wykonywania pracy wzrokowej nie jest o wiele większe niż w procesie widzenia, który nie jest pracą. Zużycie energii może natomiast znacznie wzrastać w przypadku wykonywania pracy (każdej pracy, nie tylko wzrokowej) w nieodpowiednich warunkach oświetlenia, głównie w zmiennym poziomie natężenia oświetlenia. Jeśli w strefie pracy występują duże różnice natężenia oświetlenia, czyli nie jest zachowana odpowiednia równomierność natężenia, wówczas siatkówka musi ciągle adaptować się do różnych poziomów natężenia światła i w wyższym poziomie następuje rozpad części barwników wzrokowych (adaptacja do światła), zaś w niskim ich resynteza (adaptacja do ciemności). To samo zjawisko w jeszcze większym nasileniu zachodzi w przypadku występowania tzw. olśnienia, tj. pojawiania się w polu widzenia światła o dużo wyższym natężeniu niż to, do którego oko jest zaadaptowane. Prawidłowe oświetlenie stanowiska pracy powinno więc zapewniać odpowiedni poziom natężenia światła i równomierność oświetlenia oraz zabezpieczać przed możliwością olśnienia bezpośredniego (przez źródło światła) i pośredniego (światłem odbitym od błyszczących powierzchni).

Wyniki własnych badań wskazują, że stopień obciążenia narządu wzroku pracą wzrokową zależy również od rodzaju źródła światła sztucznego użytego do oświetlenia płaszczyzny pracy [16]. Światło sztuczne (promieniowanie emitowane przez źródła światła sztucznego) różni się od światła naturalnego (promieniowanie słońca) głównie składem widmowym promieniowania (różnica ta wzrasta w kolejności: świetlówka, żarówka, lampa rtęciowa, lampa sodowa) i występowaniem tętnienia strumienia świetlnego, które jest duże dla strumienia wyładowczych źródeł światła (świetlówki, lampa rtęciowa, lampa sodowa), a niewielkie dla światła żarówek. Zmęczenie mięśni zapewniających z akomodacją okazało się tym większe, im bardziej skład widmowy promieniowania źródła światła sztucznego różnił się od składu widmowego światła naturalnego. Odruch akomodacyjny ma być stymulowany przez aberację chromatyczną i dlatego akomodacja może być trudniejsza, a więc zmęczenie mięśni akomodacyjnych większe w świetle nie zawierającym wszystkich długości fal promieniowania naturalnego, takim jak światło lampy rtęciowej, a zwłaszcza lampy sodowej. Za jeden z czynników obciążających oświetlenia sztucznego uważa się tętnienie tego światła. Wyniki naszych badań [16] wskazują, że dla osób z całkowicie prawidłowym narządem wzroku tętnienie nie stanowiło wyraźnego obciążenia (zmęczenie w tętniącym świetle świetlówek było nawet nieco mniejsze niż w świetle żarówek), natomiast tętnienie było czynnikiem wyraźnie obciążającym dla osób z nawet niewielkim stopniem wadami refrakcji. Przy oświetleniu pomieszczeń produkcyjnych świetłówkami dzięki odpowiedniej ich instalacji tętnienie można ograniczyć tak, że nie jest ono większe niż tętnienie żarówek. (W naszych badaniach nie ograniczano tętnienia świetlówek). Zaniedbania konserwacji urządzeń oświetleniowych - prawie nagminne w przemyśle [14] - mogą powodować znaczny wzrost tętnienia. Może właśnie to jest przyczyną często spotykanej niechęci pracowników (z wadami wzroku i starczowzrocznością) do pracy w oświetleniu świetłówkami.

Pracę zawodową zarówno w przemyśle, jak i w biurach obecnie się wykonuje przeważnie w oświetleniu sztucznym, a żadne światło sztuczne nie jest dla oka światłem fizjologicznym. Wprawdzie obecnie odstępiono na szczęście od modnego w pewnym okresie budownictwa bezokiennego, jednak w dużych halach produkcyjnych otwory okienne, mając bardzo duże znaczenie psychologiczne (umożliwiają kontakt wzrokowy ze środowiskiem zewnętrznym hali produkcyjnej), mają niewielkie znaczenie oświetleniowe. Pracę na drugiej i trzeciej zmianie się wykonuje już tylko w oświetleniu sztucznym. Należy więc starannie projektować i konserwować urządzenia oświetleniowe, ponieważ obciążenia narządu wzroku wynikające z charakteru pracy przeważnie nie mogą być zmniejszone, natomiast obciążenia wynikające z nieprawidłowości oświetlenia zawsze mogą i powinny być eliminowane. Wymagania oświetleniowe dla różnych stanowisk pracy w przemyśle i w obiektach nieprzemysłowych podane są w Polskiej Normie PN-84/E-02030 "Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym". Natężenie oświetlenia wymagane na płaszczyźnie pracy roboczej zależy od wielkości szczegółu pracy wzrokowej i stopnia jej trudności (tab. 1). Stopień trudności pracy wzrokowej się szacuje na podstawie wielkości współczynnika odbicia przedmiotu pracy i wielkości kontrastu szczegółu pracy z tłem (tab. 2).

Zwykle obciążenie narządu wzroku jest związane z faktem wykonywania tzw. pracy precyzyjnej, czyli takiej pracy, w której występuje konieczność dostrzegania bardzo małych elementów i operowania nimi (np. praca zegarmistrza, grawera, produkcja elementów w elektrotechnice i elektronice, wykonywanie przyrządów pomiarowych, retusz klisz filmowych w poligrafii). Bez wątplenia w przypadku wykonywania typowej pracy precyzyjnej najczęściej pracuje narząd wzroku. Jednakże duże obciążenie narządu wzroku występuje obecnie na wielu stanowiskach pracy w przemyśle. Postęp technologii przemysłowej zmierza do wyeliminowania ciężkiej pracy fizycznej i monotonnej pracy taśmowej poprzez automatyzację i robotyzację produkcji. Całkowita automatyzacja produkcji to jeszcze w naszym kraju sprawa odległa. Obecnie we wczesnym okresie automatyzacji człowiek staje się często operatorem, czyli czynnikiem nadzoru, kontroli i sterowania. Wykonywanie tego typu pracy zazwyczaj obciąża głównie narząd wzroku. Na tym etapie automatyzacji człowiek staje się też często czynnikiem zespalałym poszczególne etapy produkcyjne, ale ten typ czynności się wiąże zwykle ze znacznym obciążeniem fizycznym [17]. Automatyzacja prowadzi do miniaturyzacji wielu produkowanych dla jej urzeczywistnienia elementów, bardzo często wytwarzanych w procesie ręcznej obróbki i zestawianych ręcznie w zespoły pod kontrolą wzroku. W przemyśle istnieje więc bardzo wiele stanowisk, na których wykonuje się pracę lekką pod względem kosztu energetycznego, natomiast związaną z dużym lub znacznym obciążeniem narządu wzroku. Wiele takich stanowisk się znajduje w przemyśle elektrotechnicznym i poligraficznym, ale również i w przemyśle szklarskim, metalowym, chemicznym i włókienniczym. Duże obciążenie dla narządu wzroku stanowi też praca na prawie wszystkich stanowiskach kontroli jakości. Coraz powszechniejsze stosowanie komputerów w pracy biurowej i w przemyśle stwarza nowe obciążenie narządu wzroku pracą przy monitorach ekranowych [3, 13, 20, 29, 37]. Stwierdzono, że subiektywne poczucie dyskomfortu i zmęczenia oczu pracą przy monitorach ekranowych jest większe niż w grupie kontrolnej osób wykonujących tradycyjnie pracę biurową [13]. Stopień zmęczenia narządu wzroku pracą przy monitorach ekranowych stwierdzanego metodami obiektywnymi [20, 37] i subiektywne poczucie zmęczenia ocznego [3, 12,



37] zależą jednak w dużej mierze od jakości ekranów (barwa tła i tekstu, negatyw lub pozytyw, luminacja ekranów, tętnienie) i oświetlenia stanowiska pracy [13, 37].

Narząd wzroku, tak jak każdy inny obciążony pracą narząd organizmu, ulega zmęczeniu. Przyczyny intensyfikujące zmęczenie narządu wzroku można podzielić na zewnętrzne - związane z pracą i warunkami pracy (zbyt intensywna praca wzrokowa i wydłużony czas jej wykonywania, złe oświetlenie, nieodpowiednie usytuowanie płaszczyzny pracy, niewłaściwa pozycja przy pracy) i wewnętrzne (wady refrakcji, zaburzenia akomodacji lub konwergencji) [1, 4, 6, 10, 12, 14, 23, 27, 33]. Duży wpływ na stopień zmęczenia ma również wiek pracownika [9]. Obciążenie tą samą pracą wzrokową wykonywaną w takich samych warunkach będzie dla osób starszych (40-60 lat) większe niż dla młodszych (20-30 lat). Wraz ze starzeniem się organizmu zmniejsza się bowiem również i sprawność narządu wzroku [9]. Przede wszystkim zmniejsza się zdolność akomodacji, ponieważ soczewka traci stopniowo swą elastyczność (co jest zwykle wyraźnie odczuwalne po 40. roku życia). Punkt bliży wzrokowej w wieku 30 lat znajduje się w odległości ok. 12 cm od oczu, w wieku 44 lat - 25 cm, a w wieku 50 lat - już 50 cm od oczu. Równocześnie zmniejsza się przezierność ośrodków optycznych oka (występuje zażółcenie i zmętnienie rogówki, pojawiają się męty w ciele szlístym itd.), co zmniejsza ilość światła docierającego do siatkówki; obniża się też wrażliwość siatkówki na światło. Dlatego natężenie oświetlenia wystarczającego dla młodszych pracowników jest zbyt niskie dla pracowników starszych. (PN-84/E-02033 wymaga podwyższenia natężenia oświetlenia stanowisk pracy, jeśli pracownicy w większości liczą sobie powyżej 40 lat). Stwierdzono np. że jeśli dla człowieka 40-letniego optymalną ilość światła do czytania druku przyjąć za 1, to dla 10-20-letniej trzeba 0,3-0,5 tego światła, zaś dla 50-60-letniego już 5 razy więcej niż dla 40-letniego. Na pewno nie bez znaczenia dla widzenia jest też obniżanie się wraz z wiekiem sprawności ośrodkowego układu nerwowego, a więc i ośrodków mózgowych zaangażowanych w procesie widzenia.

Stopień zmęczenia każdą pracą zależy od wielkości obciążenia pracą i warunków jej wykonywania. Obciążenie, jakie stanowi praca dla poszczególnego człowieka, jest wypadkową wymagań pracy i możliwości człowieka. Ocena pracy jest względnie prosta tylko w przypadku wysiłku fizycznego, ponieważ stosunkowo łatwo można oszacować lub zmierzyć ilość potrzebnej na jej wykonanie energii. Można również ocenić możliwości pracownika, mierząc jego wydolność fizyczną (patrz druga publikacja w niniejszym zeszycie). Natomiast w pracy wzrokowej nie ma możliwości takiej bezpośredniej oceny pracy, ponieważ nie można zmierzyć ani w inny sposób obliczyć wydatkowanej na nią energii. Pracy wzrokowej nie można też ocenić opierając się np. na wielkości szczegółu czy kontrastu, czy współczynnika odbicia, bo praca włożona w dostrzeżenie tego samego szczegółu zależy np. od wieku pracującego lub też istnienia, czy braku wady narządu wzroku.

Aby więc stwierdzić występowanie obciążenia narządu wzroku, ocenia się zwykle zmęczenie tego narządu. Zmęczenie będzie tym większe, im większe było obciążenie pracą, więc wielkość obciążenia szacuje pośrednio się poprzez wielkość zmęczenia.

Zmęczenie narządu wzroku może być pochodzenia mięśniowego (zmęczenie mięśni związanych z akomodacją, konwergencją i fiksacją), sensorycznego (obniżenie wrażliwości siatkówki) i ośrodkowego (obniżenie sprawności ośrodków mózgowych zaangażowanych w proces widzenia).

gażowanych w procesie widzenia) [6]. Zmęczenie oczu jest więc pojęciem szerokim i może być rozpatrywane w wielu różnych aspektach [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 16, 21, 22, 27, 28, 30].

Próby znalezienia fizjologicznej metody oceny zmęczenia narządu wzroku pracą napotykają duże trudności, wynikające głównie z niemożności oddzielenia objawów tzw. zmęczenia ocznego od objawów zmęczenia ogólnego [4, 6, 7]. Wiadomo bowiem, że zmęczenie ogólne spowodowane np. ciężką pracą fizyczną może wywołać pogorszenie niektórych funkcji narządu wzroku i odwrotnie – wykonywanie długotrwałej trudnej pracy wzrokowej prowadzi do wystąpienia również i objawów zmęczenia ogólnego. Zmęczenie narządu wzroku demonstruje się pogorszeniem funkcji tego narządu, oceny zmęczenia dokonuje się więc poprzez pomiar wielkości pogorszenia poszczególnych funkcji oka i narządu wzroku po pracy w odniesieniu do wartości przed pracą. Do obiektywnej oceny zmęczenia narządu wzroku stosowano wiele różnych metod [1, 5, 7, 8, 10, 11, 15, 16, 21, 22, 23, 28, 30, 31, 32, 34, 38], takich jak ocena zmian:

- ostrość wzroku
- akomodacji
- konwergencji
- czułości kontrastowej
- rozmiarów pola widzenia
- zdolności rozróżniania barw
- szybkości odruchu źrenicznego
- wrażliwości siatkówki na światło
- adaptacji do światła i do ciemności
- częstości mrugania
- szybkości spostrzegania
- dokładności widzenia
- czasu reakcji wzrokowej
- częstości zanikania migotania (CFF)
- potencjałów elektrycznych mięśni zewnętrznych oczu.

Stosowano też subiektywną ocenę poczucia zmęczenia i dolegliwości ze strony narządu wzroku [3, 13, 37].

Przydatność niektórych z wymienionych metod do obiektywnej oceny zmęczenia spowodowanego faktem obciążenia narządu wzroku jest jednak problematyczna, bowiem wiadomo, że ten sam kierunek zmian występuje również w przypadku innego typu obciążeń. I tak np. czas reakcji wzrokowej, rozmiary pola widzenia, ostrość wzroku, rozróżnianie barw, czułość kontrastowa, szybkość i dokładność widzenia zmieniają się pod wpływem zmęczenia ocznego, ale także i zmęczenia fizycznego. Częstość mrugania może wzrastać w przypadku wykonywania monotonnej, nudnej pracy [4]. Częstość zanikania migotania (CFF) – początkowo uważana za dobrą metodę oceny zmęczenia ocznego [5, 38] – okazała się raczej wskaźnikiem zmęczenia ogólnego i stanu pobudzenia organizmu [8, 24, 34, 36]. Szybkość odruchu źrenicznego zmienia się w przypadku obciążenia psychicznego. Analizę zmian zachodzących w odruchu źrenicznym próbowano zatem stosować jako obiektywny wskaźnik zmęczenia psychicznego [18, 19].

Do oceny zmęczenia narządu wzroku pracą, jeśli ta ocena musi być dokonywana w warunkach terenowych w pobliżu miejsca wykonywania pracy, nie można zastosować metod wymagających ciemni optycznej (np. czas adaptacji do ciemności). Ze względów praktycznych i ekonomicznych nie można też rekomendować metod wymagających

użycia kosztownej aparatury z importu, która jest trudno dostępna nawet dla wyspecjalizowanych instytutów naukowych (optometry, refraktometry, akomodometry, aparatura do rejestracji elektroretinogramu itd.). Poza tym, aby metoda mogła być zastosowana w warunkach terenowych do oceny zmęczenia narządu wzroku u pracownika przed pracą i po pracy, badanie musi trwać krótko i nie może być obciążające lub nieprzyjemne dla badanego. Biorąc to wszystko pod uwagę dokona-

T a b e l a 3

Punkt bliży wzrokowej i wrażliwość siatkówki przed pracą i po 4 godzinach modelowej pracy wzrokowej lub modelowej pracy związanej z wysiłkiem fizycznym (wartości średnie $\pm$ SD i statystyczna istotność różnicy)

Charakterystyka wykonywanej pracy	Liczba badanych i wiek	Punkt bliży wzrokowej		Wrażliwość siatkówki	
		wartość (mm) przed pracą i po pracy	%	wartość (sek.) przed pracą i po pracy	%
Wysiłek fizyczny	praca na ergometrze rowerowym (średnio ciężka)	16 30,9 $\pm$ 3,4	11,5 $\pm$ 0,8 12,0 $\pm$ 1,2 nieistotna	4,3	20,33 $\pm$ 15,2 19,52 $\pm$ 11,3 nieistotna
	praca monotonna	14	12,8 $\pm$ 2,8	0	12,20 $\pm$ 3,2
	związana z monotypowością ruchów rąk (lekka)	29,0 $\pm$ 2,3	12,8 $\pm$ 3,6 nieistotna		12,27 $\pm$ 4,5 nieistotna
	ta sama praca wykonywana w hałasie 70 dB A		12,6 $\pm$ 3,6 12,9 $\pm$ 3,6 nieistotna	4,7	14,65 $\pm$ 7,2 13,61 $\pm$ 6,8 nieistotna
	precyzyjna, nawlekane drobnych elementów szczególnie pracy = 0,7 mm, kontrast duży	17 29,3 $\pm$ 3,2	12,3 $\pm$ 2,8 13,5 $\pm$ 4,1 p < 0,05	10,0	11,19 $\pm$ 4,2 16,58 $\pm$ 7,0 p < 0,01
	ta sama praca wykonywana w hałasie 70 dB A		12,0 $\pm$ 2,9 13,5 $\pm$ 5,0 p < 0,05	12,5	10,89 $\pm$ 3,0 14,59 $\pm$ 4,4 p < 0,01
	typu korektorskiego szczególnie pracy 1,0-3,0 mm kontrast duży	12 30,5 $\pm$ 7,1	10,5 $\pm$ 2,7 11,6 $\pm$ 2,6 p < 0,05	10,4	15,50 $\pm$ 5,8 20,31 $\pm$ 19,6 p < 0,01

liśmy w Zakładzie Fizjologii Pracy i Ergonomii IMP w Łodzi oceny przydatności niektórych metod oceny zmęczenia narządu wzroku [15]. Na podstawie analizy piśmiennictwa oraz własnych badań [15] stwierdziliśmy, że specyficznymi i czułymi, a zarazem w miarę prostymi metodami oceny zmęczenia narządu wzroku wykonywaniem pracy wzrokowej, jest ocena punktu bliży wzrokowej oraz ocena wrażliwości siatkówki zastosowaną do tego celu przez nas metodą nyktometrii. W dalszych badaniach sprawdziliśmy przydatność tych wybranych metod do oceny zmęczenia narządu wzroku pracą w warunkach laboratoryjnych, a następnie w warunkach przemysłowych. Dokładną charakterystykę pracy wykonywanej przez badane osoby (tylko kobiety) oraz uzyskane wyniki oceny zmęczenia narządu wzroku przedstawiono w tabeli 3 (badanie laboratoryjne) i w tabeli 4 (badanie w zakładach pracy). W pracach na temat zmęczenia narządu wzroku często się wskazuje, że dobrą metodą oceny tego

T a b e l a 4

Punkt bliży wzrokowej i wrażliwość siatkówki przed pracą i po pracy wzrokowej
(wartości średnie - SD, statystyczna istotność różnicy)

Stanowisko pracy	Liczba badanych i wiek	Punkt bliży wzrokowej		Wrażliwość siatkówki	
		wartość (mm) przed pracą i po pracy	%	wartość (sek.) przed pracą i po pracy	%
Szacowanie zawartości metali szlachetnych w stopach jubilerskich (urząd probierczy)	14 43,5±4,9	18,4±5,3 20,0±5,2 p < 0,01	8,7	11,5±3,8 17,4±5,9 p < 0,01	51,3
Kontrola jakości wyro- bów gotowych (zakłady przemysłu skórzanego)	17 33,9±12,1	11,9±3,4 13,1±5,6 p < 0,05	10,1	10,5±7,5 15,4±9,2 p < 0,01	45,5
Produkcja frezowanie igieł szlifowanie dziewiar- prostowanie skich polerowanie (fabryka gratowanie igieł kontrola dziewiar- skich) płaszczanie	12 36,1±7,2 20	20,4±10,4 19,6±10,3 nieistotna	3,9	19,6±6,4 18,0±5,5 nieistotna	8,9
obcinanie obsługa automatów hartownia	42,2±8,5	26,4±14,9 26,9±14,5 nieistotna	1,9	22,6±11,0 23,7±11,5 nieistotna	4,8

zmęczenia jest pomiar akomodacji [5, 15, 16, 22, 28, 31]. Akomodację można określać na podstawie trzech parametrów: szerokości, mierzonej różnicą refrakcji układu optycznego nastawionego na punkt dali i bliży wzrokowej (w dioptriach); zakresu będącego liniową odległością (w metrach) między punktem bliży i dali wzrokowej; czasu (w sekundach) trwania odruchu akomodacyjnego. Do pomiaru tych parametrów służą różnego typu aparaty: refraktometr, adaptometr, telechronorefleksometr. Zmęczenie oczu powoduje osłabienie skurczu i rozkurczu mięśni zapewniających akomodację, przez co się punkt bliży wzrokowej oddala, a punkt dali przybliża do oczu. Do oceny zmęczenia oka (zmęczenia akomodacji) można zastosować tylko pomiar punktu bliży wzrokowej [15, 28]. W badaniach laboratoryjnych stwierdziliśmy (tab. 3), że punkt bliży wzrokowej nie ulega zmianie po wykonaniu średnio ciężkiej pracy fizycznej na ergometrze rowerowym, ani też po pracy monotonnej, oddala się natomiast od oka po pracy wzrokowej, jest więc wskaźnikiem specyficznym dla zmęczenia pracą wzrokową. W dalszych badaniach laboratoryjnych ta sama praca modelowa wykonywana była przez te same grupy osób w warunkach hałasu o natężeniu 70 dBA. Wykazaliśmy (tab. 3), że na zmiany punktu bliży wzrokowej wywołane daną pracą nie wpływa fakt wykonywania jej w hałasie. Istnieją badania wskazujące, że hałas może wpływać na odbiór i przekształcanie informacji wzrokowych [25, 26], stwierdziliśmy, że nie wpływa jednak na zdolność do akomodacji. Hałas o tym natężeniu jest czynnikiem środowiska pracy występującym prawie powszechnie w warunkach przemysłowych.

Nie ma wątpliwości, że oddalenie się punktu bliży wzrokowej po pracy w porównaniu z wartością stwierdzaną przed pracą wskazuje na zmęczenie narządu wzroku. Większą trudność interpretacji sprawia stwierdzone niekiedy przybliżanie się w czasie trwania pracy punktu bliży wzrokowej do oczu [22, 27]. Taki stan stwierdzono u osób młodych (poniżej 25. roku życia) po 4 godzinach wykonywania bardzo trudnej pracy wzrokowej [22]. Po zakończeniu pracy (8 godzin) punkt bliży u tych osób miał wartość taką jak przed pracą lub nieco mniejszą. Natomiast u osób starszych wykonujących tę samą pracę punkt bliży oddalał się od oka w miarę upływu czasu jej wykonywania, a po pracy oddalenie to było uderzająco wyraźne. Wydaje się, że długotrwałe maksymalne napięcie mięśni zapewniających akomodację może powodować ich przejściowe wzmożone napięcie (jakby przykurcz mięśnia), czyli przejściową pseudomiopię. Taki stan może wystąpić w przypadku pracy bardzo trudnej wzrokowo, zwłaszcza u ludzi młodych. Nie można jednak wiązać z obciążeniem pracą każdego przypadku przybliżenia się punktu bliży do oka około południa, ponieważ stwierdzono [31], że istnieje rytm dobowy akomodacji (zgodny w zasadzie z dobowym rytmem aktywności człowieka), i jej szerokość zwiększa się stopniowo w pierwszej połowie dnia, a obniża w drugiej połowie.

Drugą polecaną przez nas metodą oceny zmęczenia narządu wzroku jest pomiar wrażliwości siatkówki na olśnienie. Od dawna wiadomo, że zmęczenie prowadzi do obniżania się wrażliwości siatkówki na światło. Ocenia się ją zwykle, mierząc próg wrażliwości świetlnej siatkówki, tj. najmniejszą ilość światła, jaką (w określonych warunkach adaptacji) może zobaczyć człowiek. W naszych badaniach do oceny wrażliwości siatkówki zastosowaliśmy nieco inną metodę, wychodząc z założenia, że w zmęczonej pracą siatkówce zmniejszy się szybkość resyntezy barwnika wzrokowego. Mierzony więc był czas, po upływie którego wrażliwość siatkówki, po rozłożeniu barwnika wzrokowego światłem o wysokim natężeniu (olśnieniu), powraca do czułości, jaką miała przed olśnieniem. Okazało się, że się mierzy tą metodą wskaźnik swoisty dla zmęczenia wywołanego obciążeniem narządu,

wzroku ponieważ czas ten się wydłużał po wykonaniu pracy wzrokowej, a nie zmniejszał w przypadku obciążenia innymi rodzajami pracy (tab. 3). Nie stwierdzono również wpływu hałasu na stopień obniżenia wrażliwości siatkówki powodowanego pracą. Stopień obniżenia wrażliwości siatkówki wydaje się zależny od stopnia trudności pracy wzrokowej, co wymaga jednak szerszych badań. W naszych badaniach modelowych po pracy wzrokowo trudniejszej czas regeneracji barwnika wydłużył się o 48%, a po pracy o mniejszym stopniu trudności wzrokowej o 30%.

Stosując wybrane metody oceny zmęczenia narządu wzroku, dokonano oceny tego zmęczenia pracą zawodową u kobiet zatrudnionych na następujących stanowiskach:

- szacowanie zawartości metali szlachetnych w stopach jubilerskich (nadawanie tzw. próby wyrobom ze złota lub srebra) w urzędzie probierczym,
- kontrola jakości wyrobów gotowych ("brakowanie") w zakładach przemysłu skórzanego,
- różne stanowiska produkcji igieł dziewiarskich w fabryce igieł dziewiarskich.

Oświetlenie wybranych stanowisk można było uznać za dobre. Osoby zatrudnione przy produkcji igieł dziewiarskich podzielono ponadto na dwie podgrupy: podgrupa osób, których praca ze względu na rodzaj obróbki igieł (polerowanie, szlifowanie, frezowanie, gratowanie) mogła obciążać narząd wzroku, i podgrupa osób wykonujących pracę wzrokową mniej obciążającą (płaszczanie, obcinanie, hartowanie igieł i obsługa automatów). Punkt bliży wzrokowej i wrażliwość siatkówki oceniano przed pracą i po pracy na pierwszej zmianie (czas pracy w urzędzie probierczym wynosił 7, w pozostałych zakładach - 8 godzin). Wyniki tych badań przedstawiono w tabeli 4. Stwierdzono, że statystycznie istotne oddalenie punktu bliży wzrokowej i pogorszenie wrażliwości siatkówki wystąpiło po pracy u kobiet cechujących wyroby jubilerskie i u kontrolujących jakość wyrobów gotowych ze skóry. Natomiast w żadnej z dwu wydzielonych podgrup u kobiet zatrudnionych przy produkcji igieł dziewiarskich nie stwierdzono istotnych zmian tych wskaźników. Wyniki uzyskane w fabryce igieł dziewiarskich wykazały, że mierząc zmęczenie narządu wzroku możemy ocenić rzeczywiste obciążenie pracą wzrokową i dokonać analizy pracy pod kątem jej wzrokowej trudności. Pracę związaną z polerowaniem, szlifowaniem, frezowaniem i gratowaniem igieł zaliczono do obciążającej narząd wzroku, bo wydawała się związana z koniecznością dostrzegania drobnych szczegółów na igle. Na pozostałych stanowiskach, mimo że przedmiotem pracy były te same igły, obciążenie narządu wzroku uznano za małe, gdyż mogły być to czynności wykonywane tylko pod kontrolą wzroku. Jednakże w podgrupie osób, których pracę zaliczono do obciążającej narząd wzroku, nie wystąpiły po pracy zmiany tych wskaźników zmęczenia narządu wzroku, które przy rzeczywiście trudnej pracy wzrokowej wykonywanej w badaniach laboratoryjnych a także w warunkach pracy zawodowej w urzędzie probierczym (cechowanie wyrobów jubilerskich) i w zakładach przemysłu skórzanego (kontrola jakości) się pogarszały po pracy w stopniu znaczącym. Okazało się, że nie zawsze praca, która we wstępnej ocenie wydaje się pracą obciążającą narząd wzroku (czy to wymiarami szczegółu pracy, czy rodzajem obróbki przedmiotu pracy), w rzeczywistości jest pracą aż tak wzrokowo trudną dla wykonujących ją pracowników. Osobom oceniającym pracę na podstawie obserwacji się wydaje, że jej wykonanie wymaga "wpatrywania się" w obrabiany przedmiot, jednak doświadczony pracownik wykonuje ją w rzeczywistości tylko pod kontrolą wzroku. Możliwa jest oczywiście sytuacja odwrotna, że po pracy ocenionej jako mało obciążającej narząd wzroku stwierdzi się objawy zmęczenia tego narządu. Duże jest

prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sytuacji zwłaszcza wówczas, gdy czynnikiem obciążającym w pracy jest wadliwe oświetlenie stanowiska pracy wzrokowej.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych i badań prowadzonych w zakładach pracy stwierdziliśmy, że zastosowana przez nas metoda oceny zmęczenia narządu wzroku daje możliwość wykrycia faktu istnienia obciążenia narządu wzroku. Jeśli po pracy, w porównaniu ze stanem przed pracą, stwierdza się oddalenie od oczu punktu bliży wzrokowej i obniżenie wrażliwości siatkówki (albo pogorszenie jednej z tych funkcji), to praca wykonywana na ocenianym stanowisku obciąża narząd wzroku.

SPÓSÓB PRZEPROWADZANIA OCENY SPRAWNOŚCI NARZĄDU WZROKU

Badania należy przeprowadzić dwukrotnie - raz przed przystąpieniem do pracy i po raz drugi po jej zakończeniu, tego samego dnia.

PUNKT BLIŻY WZROKOWEJ

Punkt bliży wzrokowej określa się za pomocą testu literowego ustawionego prostopadłe do linii widzenia, który można przesuwac wzdłuż podziałki milimetrowej (linijki) ustawionej prostopadłe do płaszczyzny czołowej badanego. Jako testu można użyć optotypu do bliży ($D = 0,5$) lub innego dowolnego tekstu drukowanego małą czcionką. Punkt bliży jest to odległość, z której osoba badana może jeszcze odczytać tekst przy maksymalnym zbliżeniu go do oczu.

Uwagi: Badanie powinno być wykonane zawsze w takich samych warunkach oświetlenia (bezwzględnie!), tj. w takim samym natężeniu oświetlenia - minimum 300 lx (myśmy badali w 500 lx), i rodzaju użytego do oświetlenia źródła światła. Osoby z dużą starczowzrocznością (używające szkieł korekcyjnych do czytania) lub osoby noszące szkła korekcyjne na stałe można badać w okularach.

WRAŻLIWOŚĆ SIATKÓWKI

Ocena wrażliwości siatkówki polega na pomiarze szybkości regeneracji barwnika wzrokowego po silnym olśnieniu. Do badania używano nyktometru produkcji spółdzielni "Elektromet" w Szczecinie. Po wstępnej adaptacji do ciemności (odczytanie przez badanego znaku o niewielkiej stałej luminacji, który jest umieszczony wewnątrz aparatu) włącza się na 2 sek światło o natężeniu 900 lx, po czym mierzy czas, po upływie którego osoba badana dostrzega znak świetlny o stałej luminacji, takiej jak demonstrowany przed olśnieniem.

PISMIENNICTWO

1. Adamska J., Arkin W.: O zmęczeniu widzenia barwnego u kolejarzy po długotrwałej służbie. Kol Si Zdr, 1980, 1, 1-6
2. Belaeva N.M., Rabov Ju.S.: Rabotosposobnost i utomlenie v cvetovom okruženii. Gig Tr Prof Zabol, 1984, 1, 18-21
3. Caushman W.H.: Reading from microfiche, a VDT and the printed page: subjective fatigue and performance. Hum Factors, 1986, 28, 63-73



4. Dąbrowska J.: Wpływ zmęczenia na narząd wzroku. *Klin Oczna*, 1975, 45, 277-281
5. Dąbrowska J.: O niektórych metodach badania zmęczenia oczu w czasie pracy. *Med Pr*, 1975, 27, 215-218
6. Dubois-Poulsen A.: La fatigue visuelle. *Ophtalmologica* 1969, 158, 157-180
7. Fleury M., Bard C., Jobin J., Carriere L.: Influence of different types of physical fatigue on a visual detection task. *Percept Mot Skills*, 1981, 53, 723-730
8. Fukui T., Morioka T.: The blink method as an assesment of fatigue. *Ergonomics*, 1971, 14, 23-30
9. Gardiner P.A.: Visual difficulty in old age. *Br Med J*, 1979, 1 (6156), 105-106
10. Grass-Adameczek A.: Badania wpływu długotrwałej pracy wzrokowej na wybrane funkcje narządu wzroku. *Prace CIOP*, 1981, 31, 235-245
11. Kapuścińska B., Grass-Adameczek A.: Fizjologiczna ocena obciążenia pracą przy monitorach ekranowych. *Prace CIOP*, 1982, 32, 13-20
12. Konarski S., Gadomska H.: Zależność wydajności wzrokowej przy obsłudze maszyn szwalniczych od rodzaju ich oświetlenia. *Prace CIOP*, 1982, 32, 299-309
13. Knave B.G., Vilbom R.J., Voss M., Hedström L., Bergqvist U.O.V.: Work with video display terminals among office employees. I. Subiective symptoms and discomfort. *Scand J Work Environ Health*, 1985, 11, 457-493
14. Leśnik H., Więcek E., Fidelski R.: Ergonomiczna ocena oświetlenia stanowisk pracy w przemyśle wełniarskim, bawełniarskim i odzieżowym. *Przegl Włókien*, 1981, 35, 366-369
15. Leśnik H., Poborc-Godlewska J., Makowiec-Dąbrowska T.: Ocena przydatności metod badania zmęczenia narządu wzroku. *Med Pr* 1987, 38, 421-428
16. Leśnik H., Poborc-Godlewska J.: Zależność między zmęczeniem mięśni akomodacyjnych a rodzajem źródła światła sztucznego użytego do oświetlenia stanowiska pracy. *Klin Oczna*, 1988 (w druku)
17. Makowiec-Dąbrowska T., Radwan-Włodarczyk Z., Koszada-Włodarczyk W.: Ocena wielkości obciążenia fizycznego na wybranych staniowiskach w przemyśle ceramicznym. *Stud Mat Monogr IMP Łódź*, 1985, 5, 53-64
18. Marek T., Noworol Cz., Żarczyński Z.: Próba określenia obiektywnego wskaźnika obciążenia psychicznego w oparciu o analizę zmian zachodzących w przebiegu odruchu źrenicznego. *Ergonomia*, 1980, 3, 39-48
19. Marek T., Noworol Cz.: Zmiany wielkości pola zawartego pod krzywą odruchu źrenicznego wywołane obciążeniem psychicznym. *Ergonomia*, 1981, 4, 165-166
20. Marriott J.A., Stuchly M.A.: Health aspects of work with visual display terminals. *J Occup Med*, 1986, 28, 833-848
21. Megaw E.D.: Eye movements uderlying industrial visual inspection. *Ergonomics*, 1979, 22, 725
22. Niżankowska H., Tuszevska R., Koziorowska M.: Zachowanie się pozytywnej akomodacji i konwergencji w ciągu dnia pracy na stanowisku wymagającym precyzyjnego widzenia. *Klin Oczna*, 1981, 83, 429-430
23. Nowakowska E., Stanioch W.: Badania stanu czynnościowego oczu w warunkach sztucznego oświetlenia z różnych źródeł światła. *Ochr Pr*, 1965, 5, 8-12
24. Osaki H., Kikuchi S.: On relation between the flicker value and the learning process. *Mem School Eng Okayama Univ*, 1968, 3, 17-22



25. Pieczonka W.: Wpływ hałasu przemysłowego na odbiór informacji wzrokowych. *Ergonomia*, 1982, 5, 81-89
26. Pieczonka-Osikowska W.: Wpływ hałasu przemysłowego na przekształcanie formy informacji. *Ergonomia*, 1987, 10, 89-96
27. Saito M., Tanaka T., Oshima M.: Eye strain in highly paced inspection work. *Ergonomics*, 1979, 22, 726
28. Smolarz-Dudarewicz J.: Próba określenia znużenia oczu u pracowników przemysłu jedwabniczego. *Med Pr*, 1971, 22, 69-75
29. Stewart T.F.M.: VDU ergonomics and eyestrain. *Ergonomics*, 1979, 22, 727
30. Sachova N.V., Gricevskij M.A.: Sostojanie zritel'nogo apparata u rabocich zaniatych vizual'nyh kontrol'm radiodetaley. *Vestn Oftalmol*, 1968, 6, 12-14
31. Sapovalov S.A.: O bioritmach akkomodacji u operatorov, vypolniajuschih napriazennuju zritel'nuju rabotu. *Voen Med Zh*, 1972, 2, 61-63
32. Varnest G.: Functional field of vision. *Cah Med Trav*, 1982, 19, 25-34
33. Volkov V.M.: Anomalii refrakcji glaz i zritel'naja rabotosposobnost. *Vestn Oftalmol*, 1979, 3, 32-36
34. Volle M.A., Brisson G.R., Dion M., Tanaka M.: Travail fatigue et frequence de fusion critique visuelle. *Ergonomics*, 1978, 21, 551-558
35. Wolbarst M.L., Landers M.B.: Testing visual capabilities for medical or to ensure job fitness. *J Occup Med*, 1985, 27, 897-901
36. Wolf E., Gaeta A.M., Geer S.E.: Critical fusion frequencies in flicker perimetry. *AMA Arch Ophtal*, 1968, 80, 347-351
37. Zeleny A., Matousek O., Hladky A.: Zdravotni a ergonomicka hlediska prace u vizualne displejovych terminalii. *Ergonomicke aspekty. Prac Lek*, 1984, 36, 7-23
38. Zolotouchin A.N., Nesterenko M.T.: Cactota migatel'nyh dvizenij kak pokazatel nadeznosti zritel'nogo analizatora voennyh specialistov. *Voen Med Zh*, 1972, 2, 59-60

H. LEŚNIK

EVALUATION OF LOAD WITH VISUAL WORK

Summary

The publication presents the issues: visual work, sight organ load, asthenopia and factors which may intensify the load with visual work and fatigue after such a work depending on the work itself, working environment and the state of worker's sight organ. Simple methods of evaluation of fatigue of sight organ with work are presented.

Х. Лесяник

Оценка зрительной нагрузки в течение трудовой деятельности

Содержание

В работе обсуждаются следующие вопросы: зрительная нагрузка, утомление органа зрения, причины интенсифицирующие зрительную нагрузку и утомление после выполнения работы зависящее от вида труда, рабочей среды и состояния органа зрения рабочего. Определены прямые методы оценки зрительной нагрузки.

