

©Borgis

*Marcin Błoński, Andrzej Boszczyk, Stanisław Pomianowski

Analiza obciążenia pracą chirurgów ortopedów podczas wykonywania zabiegów operacyjnych na podstawie wskaźnika wykorzystania rezerwy tętna**

Analysis of surgeon workload during orthopaedic procedures based on the heart rate reserve index

Klinika Chirurgii Urazowej Narządu Ruchu i Ortopedii, Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. prof. A. Grucy, Otwock
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. med. Stanisław Pomianowski

Słowa kluczowe

obciążenie pracą, chirurg, ortopeda, zabieg operacyjny

Key words

workload, surgeon, orthopaedic, surgical procedure

Streszczenie

Wstęp. Chirurg ortopeda podczas pracy na bloku operacyjnym, w trakcie przeprowadzania zabiegu operacyjnego, jest poddawany znacznemu obciążeniu zarówno psychicznemu, jak i zazwyczaj fizycznemu.

Cel pracy. Celem pracy jest próba obiektywnej oceny składowej fizycznej obciążenia pracą.

Materiał i metody. Do badania zrekrutowano 8 lekarzy ortopedów wykonujących zabiegi operacyjne w Klinice Chirurgii Urazowej Narządu Ruchu i Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego. Analizie poddano obciążenia podczas wykonywania zabiegów operacyjnych endoprotezoplastyki stawu biodrowego oraz w obrębie kończyny górnej, w trakcie których chirurg operuje na siedząco w pozycji niewymuszonej. Obciążenie pracą mierzono pośrednio, poprzez pomiar częstości skurczów serca, i oceniano przy pomocy wskaźnika wykorzystania rezerwy tętna.

Wyniki. W trakcie wykonywania zabiegów operacyjnych w obrębie kończyny górnej, chirurdzy ortopedzi nie byli poddawani znacznemu obciążeniu pracą. Jedyne przez 6% czasu operacji osiągało ono wartości dopuszczalne dla osób ze zdrowym układem krążenia. W przypadku obciążeń obecnych w trakcie wykonywania endoprotezoplastyk stawu biodrowego przez 28% czasu operacji wartości te były większe niż średnie (grupy 1-3 w klasyfikacja wg Buchberga), a przez 3% czasu osiągały wartości będące zagrożeniem dla zdrowia operatorów.

Wnioski. 1. Chirurdzy ortopedzi wykonujący zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego są obciążeni pracą w stopniu co najmniej wymagającym posiadania zdrowego układu krążenia. 2. Chirurdzy ortopedzi wykonujący w/w zabiegi operacyjne powinni przechodzić badania profilaktyczne w schemacie przeznaczonym dla pracowników wykonujących ciężką i bardzo ciężką pracę.

Summary

Introduction. The orthopaedic surgeon in the operating theatre is submitted to considerable psychological and physical stress.

Aim. This work aims at objective measuring the amount of physical workload.

Material and methods. Eight orthopaedic surgeons working at the Department of Orthopaedics and Traumatology of the Centre of Postgraduate Medical Education were recruited. The workload was compared in two situations: during hip endoplasty and during upper limb surgery (the latter is performed sitting in an unconstrained position). The

Adres/address:

*Marcin Błoński
Klinika Chirurgii Urazowej Narządu Ruchu i Ortopedii CMKP w Otwocku
ul. Konarskiego 13, 05-400 Otwock
tel. +48 (22) 788-56-75
mblo@wp.pl

**Finansowanie powyższego badania zostało przeprowadzone w ramach programu badawczego Kliniki Chirurgii Urazowej Narządu Ruchu i Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w latach 2011-2013 (nr 501-1-07-18).

workload was measured indirectly with heart rate measurement and the assessment of heart rate reserve index.

Results. During the upper limb procedures surgeons were not subjected to excessive workload. Only 6% of the time was spent with the load in the range advised only to subjects without cardiovascular compromise. To the contrary, during hip endoplasty the workload was significantly elevated (groups 4-6 according to Buchberg) during 28% of the time and the load experienced during 3% of the time could be harmful.

Conclusions. 1. Surgeons performing hip endoplasty are subjected at least to loads requiring healthy cardiovascular system. 2. Surgeons performing hip endoplasty should be screened with the scheme for workers performing heavy and very heavy physical work.

WSTĘP

Chirurg ortopeda podczas pracy na bloku operacyjnym, w trakcie przeprowadzania zabiegu operacyjnego, jest poddawany znacznemu obciążeniu zarówno psychicznemu, jak i zazwyczaj fizycznemu (1). Badanie służy oznaczeniu stopnia obciążenia pracą fizyczną lekarza podczas wykonywania endoprotezoplastyki stawu biodrowego. Grupę kontrolną stanowiły zabiegi operacyjne w obrębie kończyny górnej, w trakcie wykonywania których chirurg operuje na siedząco w pozycji niewymuszonej i w minimalnym stopniu jest poddawany obciążeniu fizycznemu.

Nadmierne obciążenie pracą prowadzi do wyczerpania zasobów energetycznych i metabolicznych, co jest przyczyną obniżenia koordynacji wzrokowo-ruchowej, percepcji oraz sprawności intelektualnej (2). Przekłada się to bezpośrednio na efekt terapeutyczny wykonywanej operacji, a długofalowo na stan zdrowia chirurga.

Obciążenie pracą zostało ocenione przy pomocy wskaźnika wykorzystania rezerwy tętna (WRT).

CEL PRACY

Celem pracy jest ocena składowej obciążenia fizycznego w trakcie wykonywania „dużych” zabiegów operacyjnych, jakimi są endoprotezoplastyki stawu biodrowego.

MATERIAŁ I METODY

Obciążenie pracą fizyczną dzieli się na dynamiczne i statyczne. Chirurg ortopeda wykonujący zabieg operacyjny poddawany jest obciążeniom obydwu rodzajów. Wysiłki statyczne wywołują szybki rozwój zmęczenia z powodu zmniejszenia przepływu krwi przez kurczące się mięśnie (ucisk na naczynia krwionośne), przez co towarzyszą mu wybuchające reakcje hemodynamiczne, wzrost ciśnienia krwi oraz znaczne przyśpieszenie pracy serca (3, 4).

W przypadku operatorów wykonujących zabieg ortopedyczny ocena obciążenia pracą na podstawie pomiaru i rejestracji wentylacji płucnej jest praktycznie niemożliwa, natomiast ocena na podstawie pomiaru i rejestracji temperatury ciała – trudna technicznie do wykonania i obarczona małą dokładnością.

Tętno wydaje się być dobrym wskaźnikiem obciążenia pracą, będąc jednocześnie najłatwiejszym do zmierzenia i zarejestrowania wskaźnikiem reakcji układu krążenia na wysiłek (5).

Maksymalne tętno, odpowiadające maksymalnej częstości akcji serca (HR_{max}), jest zasadniczo niezależne od sprawności fizycznej i treningu. Jego wartość obliczamy odejmując od 220 wiek badanego w latach.

Minimalne tętno, odpowiadające minimalnej częstości akcji serca (HR_{min} – zwane również tętnem bazowym), występuje podczas minimalnej aktywności organizmu – snu – i jest osobniczo zindywidualizowane oraz zależne od stopnia wytrenowania. Zawiera się zazwyczaj pomiędzy 45-70/min.

Różnica pomiędzy maksymalnym a minimalnym tętnem, tzw. rezerwa tętna, jest „zapasem”, o jaki serce może zwiększyć swoją częstość podczas wysiłku fizycznego.

Rezerwę tętna opisuje procentowo wskaźnik wykorzystania rezerwy tętna (WRT) wyliczany jako procentowe przedstawienie ilorazu różnicy tętna podczas wykonywanej pracy (HR_{pracy}) z tętnem bazowym (HR_{min}) oraz różnicy tętna maksymalnego (HR_{max}) z tętnem bazowym (HR_{min}) (6):

$$WRT = \frac{HR_{pracy} - HR_{min}}{HR_{max} - HR_{min}} \times 100\%$$

Wskaźnik wykorzystania rezerwy tętna (WRT) opisuje klasyfikacja wg Buchberga (7):

- grupa 1 od 0 do 25% – wysiłek bardzo mały,
- grupa 2 od 25 do 35% – wysiłek relatywnie mały,
- grupa 3 od 35 do 50% – wysiłek średni,
- grupa 4 od 50 do 65% – wysiłek dopuszczalny dla osób ze zdrowym układem krążenia,
- grupa 5 od 65 do 80% – wysiłek dopuszczalny warunkowo,
- grupa 6 powyżej 80% – wysiłek niedopuszczalny.

W obliczeniach tętno podczas wykonywanej pracy jest średnim tętnem w jednostce czasu.

Pomiar tętna operatorów był przeprowadzony za pomocą asystenta treningowego SUUNTO t6d. Asystent treningowy składał się z czujnika zamontowanego na klatce piersiowej chirurga. Czujnik ten bezprzewodowo przekazywał dane do niewielkiego odbiornika w czasie operacji umieszczonego w kieszeni fartucha operacyjnego. Dane zebrane w trakcie wykonywania operacji mogły być opracowane dzięki dołączonemu oprogramowaniu. Dalsza analiza danych polegała na ich ocenie statystycznej.

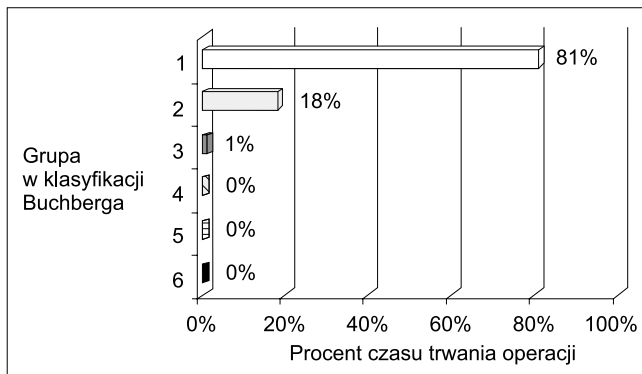
Na potrzeby badania za czas rozpoczęcia operacji uznano moment, w którym chirurg ortopeda zaczyna

się myć do zabiegu operacyjnego, a za koniec – moment przekładania pacjenta ze stołu operacyjnego na leżankę transportową.

Populacja badana

Do badania zrekrutowano 8 lekarzy ortopedów wykonujących zabiegi operacyjne w Klinice Chirurgii Urazowej Narządu Ruchu i Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego, którzy wyrazili zgodę na udział w badaniu.

Do uczestnictwa w badaniu nie zostały zaproszone osoby z rozpoznaną chorobą układu krążenia, natomiast jedna osoba została z niego wykluczona po wykonaniu 5 pomiarów, gdyż uzyskane u niej wyniki znacznie odbiegały od wyników innych osób (ryc. 1) i nasuwały podejrzenie niezdiagnozowanej choroby układu bódźcótwórco-przewodzącego serca.



Ryc. 1. Wykres obciążenia pracą w trakcie wykonywania zabiegów endoprotezoplastyki stawu biodrowego u chirurga ortopedy wykluczonego z badania ze względu na podejrzenie niezdiagnozowanej choroby układu bódźcótwórco-przewodzącego serca.

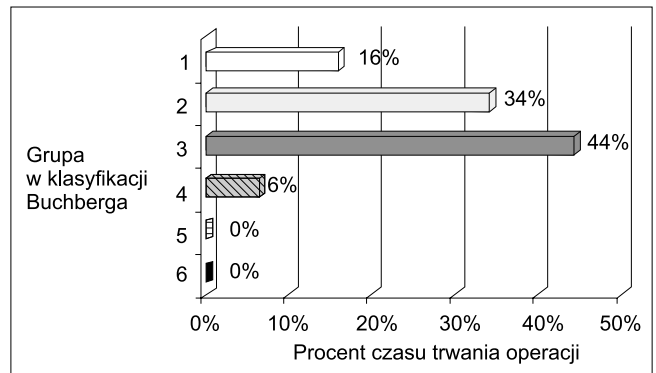
Spośród 7 osób, których wyniki zostały poddane analizie, u 5 przeprowadzono pomiary w trakcie wykonywania zarówno zabiegów operacyjnych w grupie badanej, jak i kontrolnej, u 1 – tylko w grupie badanej i u 1 – tylko w grupie kontrolnej.

Pomiędzy 04.07.2011 a 01.08.2013 roku przeprowadzono 58 pomiarów w grupie badanej oraz 36 w grupie kontrolnej.

WYNIKI

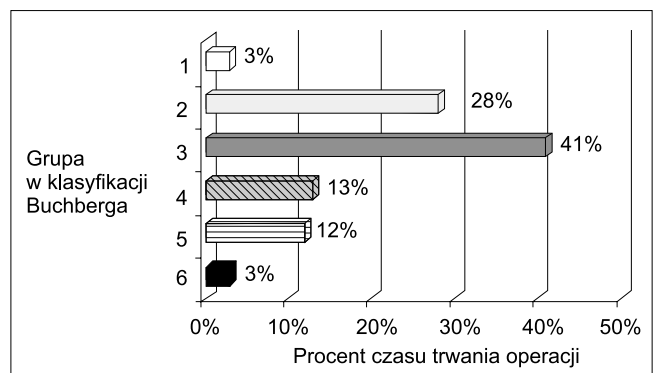
W grupie kontrolnej (zabiegi operacyjne w obrębie kończyny górnej) przez 94% czasu trwania zabiegu, operujący chirurg ortopedzi byli poddawani obciążeniu pracą w stopniu co najwyżej średnim (grupy 1-3 w klasyfikacji wg Buchberga), a przez 6% czasu w stopniu dopuszczalnym dla osób ze zdrowym układem krążenia (grupa 4 wg klasyfikacji Buchberga) (ryc. 2).

W grupie badanej (zabiegi operacyjne wszczepienia endoprotezy stawu biodrowego) operujący chirurg ortopedzi przez 13% czasu operacji byli poddawani obciążeniu pracą w stopniu dopuszczalnym tylko dla osób ze zdrowym układem krążenia (grupa 4 wg klasyfikacji Buchberga), przez aż 12% czasu trwania ope-



Ryc. 2. Wykres obciążenia pracą chirurgów ortopedów w trakcie wykonywania zabiegów operacyjnych w obrębie kończyny górnej.

racji obciążenie pracą osiągnęło poziom dopuszczalny tylko warunkowo (grupa 5 wg klasyfikacji Buchberga). Obciążenie pracą osiągało również bezwzględnie niedopuszczalny poziom (grupa 6 wg klasyfikacji Buchberga) będący zagrożeniem dla zdrowia operatorów przez 3% czasu trwania operacji (ryc. 3).



Ryc. 3. Wykres obciążenia pracą chirurgów ortopedów w trakcie wykonywania zabiegów endoprotezoplastyki stawu biodrowego.

DYSKUSJA

Zagadnieniem obciążenia pracą zajmuje się dział nauki zwany ergonomią. Powszechnie przyjęte jest, że praca chirurga ortopedy jest ciężka fizycznie i obciążająca psychicznie. W dostępnej literaturze nie można znaleźć jednak konkretnych danych na temat tego zagadnienia. Opisywana praca ma na celu zebranie danych umożliwiających w przyszłości opracowanie zaleceń dotyczących warunków wykonywania pracy dla tej specyficznej grupy zawodowej.

Obciążenie pracą chirurga ortopedy w trakcie wykonywania zabiegu operacyjnego niezwykle trudno jest poddać obiektywnej ocenie ilościowej, gdyż nie dość, że mamy tu do czynienia z jednoczesnym obciążeniem psychicznym i fizycznym, to praca fizyczna ma charakter mieszany statyczno-dynamiczny. Charakter wykonywanej pracy (przeprowadzanie zabiegu operacyjnego) uniemożliwia ocenę tabelaryczno-chrometrażową oraz gazometryczną. W związku z tym zastosowana metoda telemetryczna oparta na proporcjonalności skurczów serca do wydatku energetycz-

nego, choć dedykowana głównie do oceny wysiłków dynamicznych, wydaje się być jedyną możliwą do zastosowania w tym przypadku.

Zastosowanie w badaniu wskaźnika wykorzystania rezerwy tętna pozwala na zminimalizowanie wpływu zmienności osobniczej oraz stopnia wytrenowania badanych osób.

WNIOSKI

1. Chirurdzy ortopedzi wykonujący zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego są obciążeni pracą w stopniu co najmniej wymagającym posiadania zdrowego układu krążenia.

2. Chirurdzy wykonujący ww. zabiegi operacyjne powinni przechodzić badania profilaktyczne według schematu przeznaczonego dla pracowników wykonujących ciężką i bardzo ciężką pracę.

3. Zawięzenie przez ustawodawcę pkt. 24 załącznika 1 ustawy z dnia 19 grudnia 2008 r. o emeryturach pomostowych (zawierającego wykaz prac o szczególnym charakterze) jedynie do „prac personelu medycznego w zespołach operacyjnych dyscyplin zabiegowych (...) w warunkach ostrego dyżuru” spośród pracowników wszystkich zespołów operacyjnych wydaje się być nieuzasadnione.

PIŚMIENNICTWO

1. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 1996; 93: 1043-1065.
2. European Agency for Safety and Health at Work, 2003 (http://www.bp.edu.pl/good_practice/oums.stm).
3. Groborz A, Juliszewski T, Gonciarz M: Analiza obciążeń pracą na podstawie wskaźnika wykorzystania rezerwy tętna i obciążeń statycznych metodą OWAS. *Bio-algorithms and med-systems* 2005; 1 (1/2): 291-296.
4. Kozłowski S: Wysiłek fizyczny i adaptacja do środowiska naturalnego. *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*. PZWL, Warszawa 1990: 445-478.
5. Groborz A, Juliszewski T: Analiza możliwości wykorzystania aparatury pomiarowej i programu komputerowego firmy Polar do rejestracji tętna inżynieria rolnicza. *Inżynieria Rolnicza* 2005; 14(74): 109-117.
6. Center for Lifetime Wellness, University of Rochester Medical Center, 2003 (<http://www.stronghealth.com/services/primarycare/tool-kitfiles/hearttrate.cfm>).
7. Buchberger J: Die Beurteilung von Arbeitsbeanspruchungen aufgrund der kontinuierlich registrierten Herzschlagfrequenz. *Arbeitsärztlicher Dienst des BIGA, Arbeitsmedizinische Informationen* 1984: 12.

otrzymano/received: 04.08.2015
zaakceptowano/accepted: 05.09.2015