

Kazimierz FIDELUS, Elżbieta OSTROWSKA, Czesław URBANIK,
Michał WYCHOWAŃSKI
Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie

ZWIĄZEK MIĘDZY SIŁĄ RAK A WARTOŚCIĄ MOMENTÓW NAPĘDZAJĄCYCH WÓZEK INWALIDZKI

Streszczenie. Poszukiwano u inwalidów zależności między sumą siły chwytu obu rąk (F_{ch}) i wartością siły napędowej (F_n) przykładanej do obręczy napędowej wózka. Badano F_n rozwijaną zarówno do przodu, jak i do tyłu. Wyznaczone równania regresji liniowej mogą być pomocne do określenia stopnia upośledzenia inwalidów i ich klasyfikacji.

Summary. It was investigated the relation between force of grip (F_{ch}) and drive force (F_n) applied to the wheelchair. Both, forward and backward F_n was measured. The fitted linear regression formula may be utilised for determination the degree of invalids weakness and their classification.

Zusammenfassung. Das Ziel der Arbeit war die Untersuchung der Verbindung zwischen treibende Muskelkraftmoment, die Invalident an Antriebsring des Rollstuhles nach vorn und nach hinten (M) entwickelnd haben und der Kraft der beiden Hände (F_{ch}). Es ist eine statistisch gesicherte Korrelation (0,001) zwischen M und F_{ch} gefunden, auf Grunde dieser Zusammenhang ist eine Klassifizierung der invalide proponiert.

1. WSTĘP

W praktyce medycznej najbardziej rozpowszechnioną klasyfikacją inwalidów jest podział na grupy I, II i III oparty na zdolności do wykonywania zawodu i samoobsługi w życiu codziennym. Istnieją także podziały inwalidów ze względu na rodzaj schorzeń oraz wysokość uszkodzenia rdzenia kręgowego. Są to jednak podziały jakościowe. Podjęto zatem próby empirycznego opracowania wymiernego kryterium oceny inwalidów poruszających się na wózku. Celem niniejszej pracy było poszukiwanie związku między momentem napędowym na wózku (M) a siłą chwytu rąk (F_{ch}). Przyjęto założenie, że nie zajmujemy się chorymi mającymi zaburzenia psychiczne, a jedynie inwalidami z uszkodzonym układem ruchu. Były brane pod uwagę trzy elementy sprawności fizycznej inwalidy:

- cechy biomechaniczne, oceniane jako możliwości siłowe inwalidy,
- możliwości koordynacji nerwowo-mięśniowej, przejawiającej się w napędzie wózka w przód i tył,
- możliwości strukturalno-geometryczne, wynikające z wysokości uszkodzenia rdzenia kręgowego, amputacji czy też choroby upośledzającej narząd ruchu.

Uwzględniając dane z piśmiennictwa, jednostki chorobowe, własne obserwacje oraz wyniki badań pilotażowych postawiono hipotezę:

- Siła chwytu rąk (F_{ch}) wpływa istotnie na wartość momentu siły napędzającego wózek (M) i dlatego może stanowić kryterium klasyfikacji inwalidów poruszających się na wózku.

Hipoteza ta wynika z następującego założenia:

Moment napędowy M_n rozwijany przez inwalidę jest równy:

$$M_n = F_n \cdot r, \quad (1)$$

gdzie: F_n - siła napędowa rozwijana przez rękę,

r - promień koła napędowego (rys.1).

Przeniesienie siły napędowej F_n na koło następuje przede wszystkim dzięki tarcia między ręką a obręczą napędową. Siła nacisku trących powierzchni, ręki i obręczy napędowej, wynika z siły chwytu ręki F_{ch} . Przyjęto zatem, że F_n jest proporcjonalna do F_{ch} .

2. MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

W badaniach wzięło udział 49 inwalidów: 21 kobiet i 28 mężczyzn w wieku od 19 do 42 lat. Reprezentowali różny stopień schorzenia układu ruchu: amputacja kończyn dolnych - 5 osób, uszkodzenie rdzenia na poziomie Th₇-L₅ - 15 osób, rozszczep lub skrzywienie kręgosłupa - 9 osób, dystrofia, stwardnienie rozsiane, miopatia - 3 osoby, po chorobie Heine-Medina - 3 osoby, uszkodzenie rdzenia na poziomie C₅-Th₁ - 5 osób, RZS (Reumatoidalne Zapalenie Stawów) - 9 osób.

Pomiarów momentów sił (M) względem osi obrotu koła napędowego wózka dokonano w warunkach statyki.

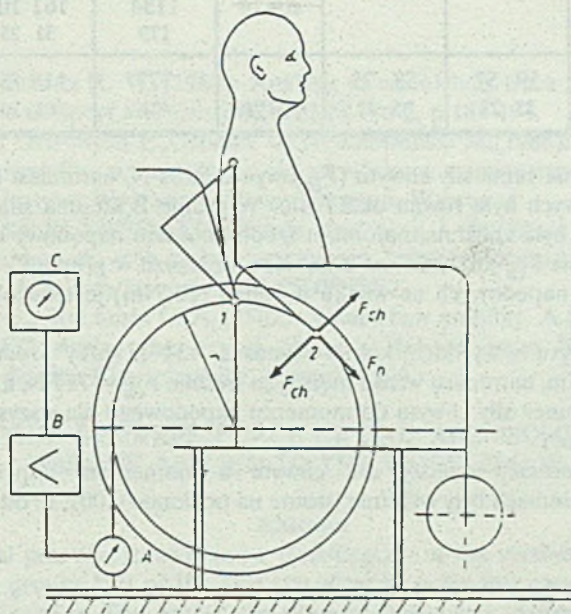
Stanowisko badawcze składało się z wózka produkcji Ortmedu (rok 1987), podstawy oraz toru pomiarowego: dwóch pierścieni tensometrycznych, wzmacniacza i dwóch woltomierzy cyfrowych. Na obręczy koła wózka przyczepiono linkę stalową połączoną z dynamometrem zamocowanym do podstawy. Badany siedząc na wózku przykładał do obu kół kończynami górnymi maksymalną siłę, dającą napęd do przodu lub do tyłu. Jako wynik pomiaru zapisywano maksymalne wskazanie woltomierzy. Po przeprowadzeniu pilotażowych badań oceniających możliwości ruchowe i siłowe oraz w wyniku badań elektromiograficznych, zdecydowano się na pomiary w dwu położeniach:

1 - ręką w najwyższym punkcie obręczy napędowej, 2 - ramię ustawione pionowo (rys.1). Pomiaru siły chwytu ręki dokonano, wykorzystując ręczny dynamometr tensometryczny. Szerokość chwytu wynosiła 35 mm i była zbliżona do szerokości obręczy koła napędowego wózka.

Maksymalną wartość siły chwytu odczytywano na woltomierzu cyfrowym.

3. WYNIKI BADAŃ

Badanych podzielono na 4 grupy. Średnie wartości danych wszystkich grup przedstawiono w tabeli 1.



Rys.1.Schemat działania sił i momentów sił podczas rozwijania momentu napędowego w wózku
Fig.1.Schema of measurement unit

Tabela 1

Średnie wartości siły chwytu (F_{ch}) oraz momentów napędowych w przód (M_p) i tył (M_t) łącznie dla obu rąk w pozycji 1 i 2. Wartości średnie i standardowe odchylenia

Grupy	Kobiety				Mężczyźni		
	$F_{ch}(N)$	$M_p(Nm)$ 1 2	$M_t(Nm)$ 1 2		$F_{ch}(N)$	$M_p(Nm)$ 1 2	$M_t(Nm)$ 1 1 2
A<150 N n=5	84 38	23 21 8 11	18 29 4 8				
B<400 N n=4	212 67	34 34 6 6	26 53 9 12	n=8	233 137	54 47 26 26	40 77 13 35
C<800 N n=12	661 123	83 71 23 20	77 102 28 33	n=6	671 67	101 88 25 21	117 120 27 22

D > 800 N				n=14	1134 179	161 109 51 25	121 158 25 32
n=21	434 283	59 52 33 28	53 75 35 41	n=28	777 421	118 87 61 36	98 127 42 46

W grupie A średnia suma siły chwytu (F_{ch}) wynosiła 84 N, natomiast średnia wartość momentów napędowych była równa ok. 23 Nm. W grupie B średnia siła chwytu (F) u kobiet i u mężczyzn była zbliżona, natomiast średni moment napędowy był dużo wyższy u mężczyzn. Podobnie F_{ch} jest zbliżona u kobiet i mężczyzn w grupie C. Jednak średnia wartość momentów napędowych na wózku u kobiet (83 Nm) jest dużo mniejsza niż u mężczyzn (106 Nm).

Średnia siła chwytu wszystkich kobiet wynosiła 434 N przy średnim momencie napędowym ok. 60 Nm, natomiast wśród mężczyzn średnia $F_{ch} = 777$ N, a średni moment 107 Nm. Zatem stosunek siły chwytu do momentu napędowego dla wszystkich badanych jest zbliżony jak 7 do 1.

Współczynniki korelacji między siłą chwytu a momentem napędowym siły w poszczególnych położeniach były wybitnie istotne na poziomie 0.001, tj. od 0.768 do 0.965.

4. DYSKUSJA

W przeglądzie piśmiennictwa nie znaleziono danych odnośnie do pomiaru momentów sił rozwijanych na wózku w warunkach statyki. Sytuacje, w których inwalida w warunkach naturalnych rozwija duży moment statyczny, odpowiadają przypadkom, kiedy zostaje zablokowane jedno koło (obrotowy) lub mamy do czynienia z pokonywaniem siły bezwładności (ruszanie z miejsca). Podczas innego użytkowania wózka rozwijane momenty sił są dużo mniejsze.

Z wcześniejszych badań wynika (K. Fidelus i wsp. 1988), że aby poruszać się w przód lub tył na wózku produkcji polskiej, należy przyłożyć do każdego koła moment siły ok. 10 Nm. Natomiast w celu wykonania obrotu na wózku należy przyłożyć do jednego koła moment obrotowy ok. 20 Nm. Takie wartości uzyskiwali badani zaliczeni do grupy B, którzy rozwijali siłę chwytu do 400 N. Pozostali badani zaliczeni do grupy C i D rozwijali siłę chwytu i momenty obrotowe dające możliwość swobodnego poruszania się na wózku. Niektórzy badani mężczyźni z grupy D uzyskiwali nawet wartości wyższe niż studenci AWF. Podobne zależności uzyskali W. G. Stamp i C. A. MacLaurin (1982), lecz ich wyniki nie dają się porównać z niniejszymi, bowiem zamiast koła napędowego zastosowali w swoim eksperymencie dźwignie. Znalezione zależności między sumą siły chwytu obu rąk a wartością momentów sił przykładanych do obręczy napędowej wózka. Zależność tę określają równania regresji:

$$M_p = 0.11 F_{ch} + 16.1, \quad M_t = 0.12 F_{ch} + 30.6$$

Współczynniki korelacji między tymi parametrami wynoszą od 0.83 do 0.87 i są istotne na poziomie 0.001. Przyjęte elementy oceny sprawności inwalidów poruszających się na wózku są wystarczające do sklasyfikowania ich na podstawie, łatwej do pomiarów, siły chwytu obu rąk.

LITERATURA

- [1] Coutis D., Schutz R. W. (1988): Analysis of wheelchair track performance. *Med. and Science in Sport and Exercise*. Vol.20, No 2, p.188-194.
- [2] Fidelus K., Ostrowska E., Urbanik Cz., Wychowański M. (1988): Ocena sprawności fizycznej inwalidów poruszających się na wózku w pomieszczeniach zamkniętych. Raport 1. Instytut Wzornictwa Przemysłowego. Warszawa.
- [3] Skaradzińska M. (1982): Klasyfikacja dysfunkcji i określenie zakresu prac nad projektowaniem dla osób niepełnosprawnych. Instytut Wzornictwa Przemysłowego. Zakład Struktur Użytkowych. R-05/0500/NS/82.
- [4] Stamp W. G., McLaurin C. A. (1982): Wheelchair mobility. A Summary of activities at VA REG during the period 1976-81. Rehabilitation Engineering Center University Station Charlottesville, Virginia USA.

THE RELATION BETWEEN FORCE OF GRIP AND ISOMETRIC DRIVE TORQUE APPLIED TO THE WHEELCHAIR

Abstract

In our medical practice, most popular classification of the invalids are recognized as belonging to the groups I, II or III. This classification is leaning about ability for a type of work and self service. The goal of the present studies was to determine the relation between the value of drive torque applied to wheelchair (M) and the force of grip (F_{ch}). We have formulated the hypothesis:

– the force of grip maybe a objective criterion for the classification of the invalids active on a wheelchair. In the investigation took part 49 invalids (21 females and 28 males) in the age from 19 to 42 years old. They represented different kind of impaired functional movement system: rheumatic disease, lesion of spinal cord, spina bifida and torsion of spine, Haine–Medina disease, myopathy, dystrophy, sclerosis multiplex and leg amputation. Isometric drive torque applied to the handrim of the wheelchair (forward and backward) was measured directly on a stand shown in the Fig.1. For force grip measurement we used the strain gauge dynamometer with digital voltmeter. The grip of dynamometer was 35 mm wide, resembling to the handrim of the wheelchair. On the basis of values of force grip all invalids were divided into 4 groups. The mean value of force of the grip (F_{ch}) in the I group was 84N, in II – 222N, III – 666N, IV – 1137N. The mean value of torque developed in propulsion was according: 23 Nm, 45 Nm, 95 Nm, 137 Nm (TABELA 1) The coefficient of correlation between the force of grip and the propulsion torque was from 0,768 to 0,965 and were highly significant ($p < 0,001$). The relation maybe described by the following linear equation:

$$M_p = 0,11 F_{ch} + 16,1 \quad M_t = 0,12 F_{ch} + 30,6$$

M_p – drive torque forward, M_t – drive torque backward

Recenzent: Prof. zw. Adam Morecki

Wpłynęło do redakcji w styczniu 1992