

mi koło zamachowe wykonywało 3,70 obrotu, co równało się dystansowi 6 m. Pomiar częstości skurcz serca był dokonywany za pomocą Sport-Testera Polar-Team (Polar Electro, Finlandia). Za pomocą programu „MCE v.4.0” dokonano pomiarów i obliczeń: wartość wykonanej pracy [J/kg], wartość mocy maksymalnej [W/kg], czasu osiągnięcia mocy maksymalnej [s], czas4 utrzymania mocy maksymalnej [s]. Obciążenia dobierano na podstawie masy ciała. Zawodnicy 20-letni – 10 % masy ciała, pozostałe grupy 9% masy ciała. Różnica w doborze obciążenia wynikała ze zdolności do utrzymania częstotliwości 100-120 obr/min. Przed wysiłkiem oraz w 4 i 8 min. po zakończeniu pracy, pobierano krew w objętości 10 µl z opuszki palca, w której oznaczano stężenie mleczanu (LA) za pomocą fotometru LP 20 (Dr.Lange, Niemcy) i odczynników LKM 140 Dr Lange (Niemcy).

REZULTATY BADAŃ

W tabelach 1, 2, 3, 4, przedstawiono strukturę zależności między parametrami ergometrycznymi oraz stężeniem mleczanu we krwi rejestrowanymi podczas testu Wingate w grupach zawodników o różnym poziomie sportowym i w różnym wieku. Analiza struktury zależności między parametrami charakteryzującymi wydolność beztlenową 15-letniego hokeisty ocenianą na podstawie testu Wingate wykazała ścisły związek mocy maksymalnej (Pmax) z pracą całkowitą (Wtot), ($p \leq 0.001$, $r=0.923$) oraz liczbą obrotów ($p \leq 0.001$, $r=0.924$), a także Pmax z Wtot ($p \leq 0.001$, $r=0.955$). Nie zarejestrowano zależności między czasem uzyskania (Tuz) i czasem utrzymania (Tut), a mocą maksymalną oraz wielkością pracy całkowitej. Na uwagę zwraca także brak zależności między stężeniem mleczanu we krwi w 4 i 8 min po zakończeniu wysiłku oraz wielkością całkowitego przyrostu mleczanu.

Tabela 1 Struktura zależności między parametrami rejestrowanymi podczas testu Wingate w grupie 15-letnich hokeistów ($p \leq 0.05$; $r=0.537$)

Parametr	P max (1)	W tot (2)	Tut Pmax (3)	Tuz Pmax (4)	Liczba obrotów (5)	LA (mmol/l) (6), (7), (8)		
	[W/kg]	[J/kg]	[s]	[s]	Ob./min	4 min	8 min	Δ
1	1,000	0,923	-0,091	-0,376	0,924	0,253	0,346	0,406
2		1,000	0,092	-0,436	0,955	0,110	0,175	0,212
3			1,000	0,178	0,089	-0,049	-0,008	-0,087
4				1,000	-0,435	0,069	0,017	0,037
5					1,000	0,108	0,173	0,209
6						1,000	0,768	0,880
7							1,000	0,933

Analogiczną w wielu elementach do obserwowanej w grupie 15-letnich hokeistów strukturę zależności między parametrami służącymi ocenie wydolności beztlenowej hokeisty zarejestrowano w grupie zawodników 16-letnich. W grupie tej (zawodników 16-letnich) nie stwierdzono jedynie zależności między pracą całkowitą, a mocą maksymalną (obserwowana w grupie 15-latków). Zaobserwowano natomiast zależność między mocą maksymalną, a czasem utrzymania Pmax ($p \leq 0.05$, $r=-0.524$). Także częstość obrotów w tej grupie wiekowej nie wykazuje związku z mocą maksymalną, natomiast istotny statystycznie związek tego parametru obserwowany jest w zestawieniu z pracą całkowitą ($p \leq 0.001$, $r=0.902$). Także w tej grupie wiekowej, podobnie jak w grupie 15-latków brak związku intensywności glikolizy beztlenowej ocenianej na podstawie stężenia mleczanu we krwi po wysiłku z mocą maksymalną oraz wielkością wykonanej pracy.

Tabela 2. Struktura zależności między parametrami rejestrowanymi podczas testu Wingate w grupie 16-letnich hokeistów ($p \leq 0.05$; $r=0.537$)

Parametr	P max (1)	W tot (2)	Tut Pmax (3)	Tuz Pmax (4)	Liczba obrotów (5)	LA (mmol/l) (6), (7), (8)		
	[W/kg]	[J/kg]	[s]	[s]	Ob./min	4 min	8 min	Δ
1	1,000	0,362	-0,524	0,623	0,364	0,121	-0,218	-0,228
2		1,000	0,122	0,129	0,902	-0,113	-0,325	-0,249
3			1,000	-0,256	0,037	0,105	0,184	0,231
4				1,000	-0,040	-0,340	-0,337	-0,150
5					1,000	0,055	-0,168	-0,235
6						1,000	0,567	0,525
7							1,000	0,829

Odmienna od obserwowanej w grupach młodszych hokeistów struktura istotnych statystycznie wzajemnych zależności między parametrami wydolności beztlenowej hokeistów występuje w grupie hokeistów 18-letnich. Pojawia się nie rejestrowany u 16-letnich hokeistów istotny statystycznie związek między mocą maksymalną, a pracą całkowitą całego 30-s wysiłku ($p \leq 0.01$; $r = 0.830$) oraz ilością obrotów ($p \leq 0.001$; $r = 0.830$), a także tym ostatnim parametrem a pracą całkowitą ($p \leq 0.001$; $r = 0.990$). W grupie 18-letnich hokeistów obserwowany jest także istotny statystycznie związek ($p \leq 0.05$), mocy maksymalnej i pracy całkowitej ze stężeniem mleczanu we krwi rejestrowanym po zakończeniu wysiłku w 4 min (odpowiednio $r = 0.574$ i $r = 0.566$), w 8 min (odpowiednio $r = 0.548$ i $r = 0.546$) oraz z całkowitym przyrostem LA (odpowiednio $r = 0.573$ i $r = 0.550$).

Tabela 3. Struktura zależności między parametrami rejestrowanymi podczas testu Wingate w grupie 18-letnich hokeistów ($p \leq 0.05$; $r = 0.537$)

Parametr	P max (1)	W tot (2)	Tut Pmax (3)	Tuz Pmax (4)	Liczba obrotów (5)	LA (mmol/l) (6), (7), (8)		
	[W/kg]	[J/kg]	[s]	[s]	Ob./min	4 min	8 min	Δ
1	1,000	0,830	-0,140	0,063	0,830	0,574	0,548	0,573
2		1,000	0,137	-0,117	0,990	0,566	0,546	0,550
3			1,000	-0,618	0,121	0,185	0,069	0,009
4				1,000	-0,070	-0,253	-0,222	-0,122
5					1,000	0,511	0,445	0,466
6						1,000	0,900	0,932
7							1,000	0,900

Hokeistów 20-letnich charakteryzuje struktura istotnych statystycznie związków między ergometrycznymi parametrami wydolności beztlenowej zbliżona do obserwowanej w grupie zawodników 18-letnich. Stwierdzono istotną statystycznie zależność pracy całkowitej i mocy maksymalnej ($p \leq 0.001$; $r = 0.830$), liczby obrotów i mocy maksymalnej ($p \leq 0.01$; $r = 0.761$) oraz pracy całkowitej ($p \leq 0.001$; $r = 0.979$). Stężenie mleczanu rejestrowane w 4 min po zakończeniu wysiłku, wykazuje istotny związek z mocą maksymalną ($p \leq 0.05$; $r = 0.582$). Poziom istotności związku stężenia mleczanu z parametrami ergometrycznymi wzrasta w 8 min do poziomu $p \leq 0.001$ (z mocą maksymalną $r = 0.830$ i pracą całkowitą $r = 0.721$).

Tabela 4. Struktura zależności między parametrami rejestrowanymi podczas testu Wingate w grupie 20-letnich hokeistów ($p \leq 0.05$; $r = 0.537$)

Parametr	P max (1)	W tot (2)	Tut Pmax (3)	Tuz Pmax (4)	Liczba obrotów (5)	LA (mmol/l) (6), (7), (8)		
	[W/kg]	[J/kg]	[s]	[s]	Ob./min	4 min	8 min	Δ
1	1,000	0,755	-0,531	-0,121	0,761	0,582	0,873	0,865
2		1,000	-0,496	-0,085	0,979	0,378	0,736	0,721
3			1,000	-0,180	-0,513	0,001	-0,451	-0,348
4				1,000	-0,014	-0,428	-0,336	-0,303
5					1,000	0,372	0,719	0,731
6						1,000	0,700	0,792
7							1,000	0,952

DYSKUSJA

Rezultaty badań wykazały jednoznacznie, że w grupach zawodników młodszych tj. 15-letnich i 16-letnich, na poziom pracy całkowitej rejestrowanej podczas wysiłku 30-s wykonywanego zgodnie z metodą testu Wingate, nie ma wpływu stopień intensyfikacji glikolizy, natomiast rzutuje poziom mocy maksymalnej. U zawodników starszych 18-letnich i 20-letnich dominujący wpływ na poziom tego parametru przejmuje glikoliza beztlenowa. Powyższy mechanizm uzasadniają badania prowadzone przez Erikssona 1980 w grupach osób nie uprawiających sportu wyczynowo. Stężenie fosfokreatyny (CP) jest niższe w spoczynku u chłopców przed zakończeniem okresu dojrzewania (wiek 14-17 lat). Charakteryzuje się natomiast zbliżoną szybkością wyczerpania podczas wysiłku w porównaniu do obserwowanej u osób po okresie dojrzewania. Także stężenie glikogenu mięśniowego jest niższe przed tym okresem. Biochemiczne różnice w charakterystyce wydolności beztlenowej są związane ze sprawnością mechanizmu glikolizy beztlenowej oraz systemu fosfagenowego [Bar-Or 1983]..

niższe stężenie fosfofruktokinazy w mięśni wskazywać badania Eriksson 1980 oraz, Fourniera i wsp. [1982]. Badania Krotkiewskiego i wsp. [1980], wskazują na testosteron, jako czynnik determinujący wielkość powstawania mleczanu podczas wysiłku. Badania Patersona, Cunninghama [1985] potwierdzają pozytywny wpływ wzrostu stężenia testosteronu na metabolizm beztlenowy w komórkach mięśniowych.

WNIOSKI

1. Podczas wysiłku 30-sekundowego o maksymalnej intensywności, wielkość wykonanej pracy w grupach hokeistów 15- i 16-letnich jest determinowany przede wszystkim sprawnością metabolizmu beztlenowego niekwasomlekowego (związki mocy maksymalnej z pracą całkowitą) i metabolizmu tlenowego (brak związków pracy całkowitej ze stężeniem mleczanu we krwi - markerem intensyfikacji glikolizy beztlenowej).
2. Hokeiści 18- i 20-letni, a więc zawodnicy w wieku, w którym nastąpiło zakończenie rozwoju mechanizmów metabolicznych organizmu, charakteryzuje podczas wysiłku 30-s ścisły związek pracy o maksymalnej intensywności z aktywnością glikolizy beztlenowej. Wiek 18-lat jest zatem okresem, w którym zawodnicy osiągają „dojrzałość metaboliczną” i tym samym zdolność do podjęcia i realizacji treningu o wysokim udziale elementów typowych dla przygotowania hokeisty (wysokie specjalistyczne treningi hokejowe).
3. Trening sportowy w dyscyplinach, w których dominuje wysiłek o przeważającym udziale metabolizmu beztlenowego kwasomlekowego (intensywna glikoliza beztlenowa) wymaga racjonalnego stosowania środków specjalistycznych w grupach wiekowych u zawodników, którzy nie zakończyli procesów związanych z dojrzewaniem. Nadmierny udział wysiłków o takim charakterze może w związku z brakiem pełnej sprawności metabolizmu beztlenowego doprowadzić do stanów przemęczenia, przetrenowania i zaburzeń stanu zdrowia.

PIŚMIENNICTWO

1. Bar-Or O. Pediatric sports medicine for the practitioner. N.Y. Springer Verlag, 1983.
2. Eriksson B. Muscle metabolism in children: A review. Acta Paediatr. Scand. (Suppl.) 283, 1980 :20-27.
3. Fournier M. i wsp. Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: Sprint and endurance training and detraining. Med. Sci. Sports Exerc. 14, 1982 :453-456.
4. Gabryś T. Wydolność beztlenowa sportowców. AWF Katowice, 2000.
5. Krotkiewski M., Kral J., Karlsson K. Effects of castration and testosterone substitution on body composition and muscle metabolism in rats. Acta Physiol. Scand. 109, 1980 :233-237.
6. Paterson D., Cunningham D. Development of anaerobic capacity in early and late maturing boys. (w) Children and exercise XI (red) Binkhorst R., Kemper H., Saris W., Human Kinetics, Champaign Il, 1985 :119-128

STRESZCZENIE

Celem podjętych badań było określenie struktury zależności między wartościami parametrów wydolności beztlenowej hokeistów w wieku 15, 16, 18 i 20 lat ocenianą testem Wingate. Analiza rezultatów badań wykazała, że wielkość wykonanej pracy w grupach hokeistów 15- i 16-letnich jest determinowany przede wszystkim sprawnością metabolizmu beztlenowego niekwasomlekowego tlenowego natomiast u hokeistów 18- i 20-letni glikolizą beztlenową.

SUMMARY

The aim of investigation is qualification anaerobic efficiency of hockey players in 15, 16, 18, 20 age hockey players'. The analysis of results of investigations show the low-end of activity anaerobic glycolic at hockey players in age 15 and 16 years. Hockey players in age 18-20 years characterize the high-level of activity glycolic during 30 s of work about maximum intensity.

Praca finansowana z środków KBN projekt AWF Warszawa DS 53