



Michał Polczyk

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO WE WROCŁAWIU

## WYDOLNOŚĆ BEZTLENOWA A WYBRANE ZDOLNOŚCI PIŁKARZY NOŻNYCH

### ABSTRACT

Relationships between anaerobic endurance and selected football skills

**Background.** The purpose of this study was to establish a relationship between anaerobic performance and some selected football skills. **Material and methods.** Fifteen healthy football players ( $22.3 \pm 4.2$  years; height  $176.5 \pm 5.76$  cm; body mass  $76.1 \pm 5.37$  kg) participated in the experiment. Anaerobic work and maximal anaerobic power were assessed in repeated trials on the cycle ergometer. Measured parameters were: maximum power (Pmax), time to reach Pmax [s], hold time Pmax [s], a number of accomplished repetitions (without decline in Pmax) and total work [kJ]. Football skills (technical, tactical, activity during the match and decision making) underwent the coach's subjective assessment.

**Results and conclusion.** The results showed a significant relationship between hold time Pmax and total work for the chosen football skills. These results provide a series of significant evidence that phosphate abilities affect the competitive level of football players.

**Key words:** anaerobic endurance, phosphates, football

**Słowa kluczowe:** wytrzymałość beztlenowa, piłka nożna

### WPROWADZENIE

Aktywność piłkarzy nożnych podczas meczu ma charakter acykliczny – niestandardowy (Reilly 1997, Mohr i wsp. 2003, Bangsbo i wsp. 2006, Bradley i wsp. 2009, Carling 2010), a warunkującymi ją czynnikami są między innymi: pozycja w grze, taktyka, przepisy i osobnicze możliwości fizyczne. W czasie meczu zawodnik dokonuje około 1100 zmian form aktywności (Reilly 1997), na które składają się lokomocja oraz krótkotrwałe, intensywne czynności ruchowe, takie jak zmiany kierunku biegu, strzały, wślizgi czy główkowanie. Zawodnik w trakcie meczu wykonuje 150–250 takich działań (Bangsbo 2007). Piłkarz przemieszcza się ze zmienną prędkością, a całkowity dystans pokonywany podczas meczu waha się w granicach 9–13 km (Reilly 1997, Mohr i wsp. 2003, Bradley i wsp. 2009). Średni czas trwania wysiłków o wysokiej intensywności zmniejsza się wraz z upływem czasu (Mohr i wsp. 2003, Bradley i wsp. 2009), a w trakcie ostatnich 15 min spadek ten wynosi 14–45% w stosunku do pierwszych 15 min (Mohr i wsp. 2003). Ponadto liczba oraz prędkość wykonanych sprin-

tów zmniejsza się w późniejszym okresie gry (Bangsbo i wsp. 2006).

Zdolność ludzi do wykonywania ćwiczeń fizycznych możliwa jest dzięki hydrolizie wysokoenergetycznego związku zwanego adenylozotryfosforanem (ATP). Steżenie ATP w mięśniach szkieletowych obniża się podczas maksymalnych wysiłków o około 30%, mimo że potrzeba hydrolizy tego związku jest znacznie większa (Bogdanis i wsp. 1995). Zjawisko to świadczy o zbliżonym tempie zarówno wykorzystania, jak i resyntezy ATP. Odbudowa ATP możliwa jest dzięki procesom fosforylacji, które zachodzą z udziałem tlenu (fosforylacja oksydacyjna) lub bez jego udziału (fosforylacja substratowa). Podczas spoczynku oraz wysiłków, w trakcie których osiągnięto stan równowagi dynamicznej, potrzeby resyntezy ATP zaspokajane są głównie dzięki metabolizmowi tlenowemu. Rozpoczęcie każdego wysiłku lub zwiększenie jego intensywności skutkuje jednak wystąpieniem fazy deficytu i przyspieszeniem hydrolizy ATP. W konsekwencji dochodzi do aktywacji metabolizmu beztlenowego, ponieważ prędkość fosforylacji oksydacyjnej jest niewystarczająca (Bogdanis i wsp. 1995, di Prampero, Fer-

retti 1999). W piłce nożnej sytuacji takie występują wielokrotnie w trakcie całego meczu. Zaliczyć do nich można między innymi przyspieszenia, sprinty, zwroty, pojedynki, zwody, wyskoki, wślizgi, strzały i wyrzuty z autu (Hargreaves 2000).

Najwyższą prędkością odbudowy ATP odznacza się reakcja katalizowana przez kinazę kreatynową (CK), która wykorzystuje fosfokreatynę (PCr). Uzyskuje ona maksymalną prędkość już w pierwszej sekundzie wysiłku. Po kilku sekundach intensywnego wysiłku stężenie fosfokreatyny obniża się do kilku procent, a resynteza około 90% tego związku zajmuje mniej więcej 2 minuty i odbywa się kosztem przemian tlenowych (Hargreaves 2000, Bogdanis i wsp. 1998). Ze względu na charakter wysiłku piłkarza zapas PCr zmienia się w czasie meczu. Z badań Howletta i wsp. (1998) wynika, że na skutek wysiłku o intensywności 35%  $VO_2\max$  następuje zmniejszenie zasobów PCr do około 90% stanu spoczynkowego. Wzrost intensywności do 65%  $VO_2\max$  redukuje te zasoby o połowę, natomiast wysiłek na poziomie intensywności 90%  $VO_2\max$  powoduje wykorzystanie większości PCr (Howlett i wsp. 1998). Warto zaznaczyć, że średnia intensywność pracy piłkarzy odpowiada w przybliżeniu 70–75% maksymalnego zużycia tlenu (Reilly 1997, Stølen i wsp. 2005, Bangsbo i wsp. 2006), a jej wahania są bardzo duże podczas całego meczu (Bangsbo i wsp. 2007).

Na podstawie przedstawionych informacji oraz analizy meczów piłkarskich można stwierdzić, że zdecydowana większość działań mających na celu stworzenie sytuacji umożliwiających strzelenie gola wymaga aktywacji beztlenowych procesów resyntezy ATP. Jak wskazują statystyki (UEFA Champions League Technical Report 2012), podczas 125 meczów Ligi Mistrzów w sezonie 2011/2012 padło 345 goli, w tym 76 po stałych fragmentach gry, a 269 – z akcji. Niewątpliwie zdobywanie bramek wymaga dużych umiejętności techniczno-taktycznych, ale to właśnie dzięki dobremu przygotowaniu energetycznemu piłkarze są w stanie efektywnie wykorzystywać te umiejętności. W czasie wykonywania stałych fragmentów gry, oprócz precyzji uderzenia, dużą rolę odgrywa siła

strzału. Im strzał jest mocniejszy, tym bramkarz ma mniej czasu na reakcję. Po dośrodkowaniu w pole karne moc fosfagenowa decyduje natomiast o tym, który z rywali wyżej wyskoczy do piłki, wygra pojedynek biegowy na odcinku 1–5 m lub umiejętnie się zastawi, żeby móc oddać strzał. Podobnie sytuacja wygląda podczas rozgrywania piłki. Uwolnienie się od obrońcy i wyjście do podania, wygrywanie pojedynków jeden na jeden, atak szybki i inne sytuacje kończące się bramką wymagają dynamicznych, szybkich działań, których moc zależy od sprawności fosfagenowego systemu energetycznego. Również skuteczne działania defensywne oprócz przygotowania techniczno-taktycznego wymagają wysokiej mocy fosfagenowej. Jej spadek, widoczny pod koniec 90-minutowego meczu piłkarskiego, powoduje zmniejszenie liczby i obniżenie jakości działań o najwyższej mocy, co przekłada się na większą liczbę strat piłki i zwiększoną liczbę strzelanych goli przez przeciwnika (UEFA Champions League Technical Report 2012, Dellal i wsp. 2010).

Mimo wyczerpania zasobów fosfokreatyny możliwa jest kontynuacja intensywniej pracy dzięki procesom glikolitycznym – fosforolizie glikolitycznej oraz glikolizie wykorzystującej glikogen. Produktem tych przemian jest kwas mlekowy, który dysocjując, daje jon  $H^+$ , powodujący zaburzenia gospodarki kwasowo-zasadowej. Czas trwania wysiłków glikolitycznych może wynosić kilkadziesiąt sekund, co uzależnione jest od wielkości akumulacji metabolitów ( $Pi$ ,  $H^+$ , mleczanu) i odporności organizmu na ich działanie (Kowalchuk i wsp. 1988, Lindinger 1995, Parolin i wsp. 1999, Sahlin i wsp. 1998). Restytucja natomiast, oprócz tego, że ma związek z charakterem wykonywanego wysiłku, uzależniona jest od mocy tlenowej (Tomlin, Wenger 2001).

## CEL BADAŃ

Celem pracy było ustalenie zależności między mierzonymi wskaźnikami wydolności fosfagenowej a wybranymi zdolnościami piłkarskimi.

Pytania badawcze:

1. Czy w badanej grupie wystąpią zależności między badanymi wskaźnikami wydolności fosfagenowej a oceną wybranych zdolności piłkarskich?

2. Czy w badanej grupie wystąpią zależności między badanymi wskaźnikami wydolności fosfagenowej a sumą subiektywnych ocen trenera?

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło 15 zawodników III ligowego klubu piłkarskiego. Średnia wieku badanych to  $22,3 \pm 4,2$  r.ż., wysokość ciała –  $176,5 \pm 5,76$  cm, a masa –  $76,1 \pm 5,37$  kg.

Badania zostały przeprowadzone jednorazowo. Osoby biorące w nich udział nie zgłaszały problemów zdrowotnych, co zostało potwierdzone przez lekarza (badania okresowe).

Test wysiłkowy poprzedzony był 5-minutową rozgrzewką na cykloergometrze z obciążeniem 1–2 kg i częstotliwością 60 obrotów na minutę. Wydolność beztlenową zawodników mierzono na podstawie prób wykonywanych metodą powtórzeniową na cykloergometrze. Każdy z zawodników wykonywał wysiłki, których celem było uzyskanie w jak najkrótszym czasie możliwie najwyższej mocy oraz jej utrzymanie przez jak najdłuższy czas. Każda próba rozpoczynała się wraz z podjęciem pracy przez badanego, a kończyła w momencie spadku wartości mocy maksymalnej o 2%. Każde następne powtórzenie poprzedzała 3-minutowa, bierna przerwa odpoczynkowa. Liczba powtórzeń była uwarunkowana zdolnością badanego do osiągnięcia mocy takiej jak w pierwszym powtórzeniu lub wyższej. Uzyskanie wartości niższej o ok. 2% w dwóch kolejnych powtórzeniach w stosunku do wcześniejszych prób powodowało zakończenie testu danego zawodnika.

Pomiarom na cykloergometrze podlegały takie parametry, jak: moc maksymalna (Pmax), wyrażana w niniejszej pracy jako moc względna [W/kg], czas uzyskania mocy maksymalnej (tuz. Pmax [s]), czas utrzymania mocy maksymalnej (tut. Pmax [s]), liczba wykonanych powtórzeń oraz praca całkowita (Ptot [kJ]), liczona jako średnia wszyst-

kich powtórzeń. Obciążenie dobierano indywidualnie według wzoru:  $0,075 \times$  masa ciała [kg].

Do badań wykorzystano ergometr rowerowy Monark, w którym opór koła zamachowego regulowany jest mechanicznie, a wyniki mierzonych parametrów obliczono przy użyciu programu komputerowego MCE V. 2.0.

Zdolności piłkarskie (techniczne, taktyczne, aktywność podczas gry oraz zdolność podejmowania decyzji) każdego z zawodników zostały określone na podstawie subiektywnej oceny trenera drużyny w skali od 1 do 10 (1 pkt – ocena najniższa, 10 pkt – najwyższa). Zsumowana wartość poszczególnych ocen została uznana za ogólny poziom piłkarski zawodnika.

Do określenia zależności między wynikiem testu wysiłkowego a subiektywną oceną trenera wykorzystano korelację Tau Kendalla. Obliczeń dokonano w programie Statistica.

## WYNIKI

W przeprowadzonym teście cykloergometrycznym moc maksymalna [W/kg] zawierała się w przedziale 9,37–11,75 i średnio wyniosła  $10,70 \pm 0,72$  W/kg. Zawodnicy wykonali 1–11 powtórzeń (średnio:  $5,67 \pm 2,77$ ). Najkrótszy czas potrzebny do osiągnięcia Pmax to 3,67 s, a najdłuższy – 6,09 s (średnio:  $4,95 \pm 0,62$  s), natomiast czas utrzymania Pmax mieścił się w zakresie 2,59–5,61 s (średnio:  $3,22 \pm 0,76$  s).

Średnia wartość wykonanej pracy całego zespołu wyniosła  $7,98 \pm 1,57$  kJ, przy czym najniższa i najwyższa wartość tego parametru to odpowiednio 6,19 i 11,49 kJ (tab. 1).

Ocnom trenera podlegały zdolności techniczne, taktyczne, aktywność podczas gry oraz zdolność podejmowania decyzji (tab. 2). Oceny zawierały się w przedziale 5–9. Średnie wartości ocen całego zespołu wskazują, że najwyżej ocenione zostały zdolności taktyczne ( $7,40 \pm 0,7$ ), a najniżej – aktywność podczas gry ( $6,93 \pm 0,9$ ). Suma punktów określająca ogólny poziom zawodników mieściła się w przedziale 24–33 na 40 możliwych, przy czym średnia wszystkich zawodników to  $28,53 \pm 2,6$ . Najwyższą łączną ocenę uzyskało dwóch zawodników (33).

Tab. 1. Wyniki testu mocy

Zawodnik	L.P.	Pmax [W/kg]	tuz. Pmax [s]	tut. Pmax [s]	Ptot [kJ]
1.	6	9,75	3,67	2,61	6,89
2.	7	9,99	4,69	3,01	6,58
3.	11	10,95	5,34	2,59	6,52
4.	4	11,56	5,29	2,77	6,42
5.	5	10,17	4,55	2,99	6,19
6.	8	9,37	5,66	3,41	6,84
7.	8	9,96	4,92	3,21	7,16
8.	5	11,57	4,15	2,81	10,28
9.	1	11,75	6,09	5,61	8,36
10.	6	10,76	4,93	3,00	8,00
11.	7	10,72	5,18	3,45	8,55
12.	3	10,87	5,08	3,88	9,93
13.	2	10,83	5,57	3,80	11,49
14.	9	10,81	4,65	3,05	8,64
15.	3	11,46	4,50	2,68	7,82
Średnia	5,67	10,70	4,95	3,22	7,98
SD	2,77	0,72	0,62	0,76	1,57

L.P. – liczba powtórzeń, Pmax – moc maksymalna, tuz. Pmax – czas osiągnięcia mocy maksymalnej, tut. Pmax – czas utrzymania mocy maksymalnej, Ptot – praca całkowita (przedstawione jako wartości średnie z wszystkich powtórzeń, SD – odchylenie standardowe

Tab. 2. Oceny trenerskie, suma ocen, wartości średnie i odchylenie standardowe (SD)

Zawodnik	Technika	Taktyka	Aktywność	Decyzja	Suma
1.	6	8	8	8	30
2.	7	8	6	7	28
3.	6	6	6	6	24
4.	7	6	7	6	26
5.	7	7	6	7	27
6.	6	7	7	7	27
7.	9	8	6	6	29
8.	7	7	7	7	28
9.	7	8	9	9	33
10.	6	8	8	7	29
11.	7	8	7	8	30
12.	7	7	7	8	29
13.	9	8	7	9	33
14.	7	8	7	8	30
15.	7	7	6	5	25
Średnia	7,00	7,40	6,93	7,20	28,53
SD	0,9	0,7	0,9	1,1	2,6

Wyliczenia współczynników korelacji między wynikami badań wykazały istotny związek między czasem utrzymania mocy maksymalnej [s] oraz pracą całkowitą [kJ] a sumą ocen (0,56 oraz 0,46;  $p < 0,05$ ) oraz zdolnością podejmowania decyzji (0,56 oraz 0,43;  $p < 0,05$ ). Ponadto istotny związek odnotowano między tut. Pmax a zdolnościami taktycznymi (0,38  $p < 0,05$ ).

## DYSKUSJA

Podczas zastosowanego testu na cykloergometrze moc fosfagenowa decyduje o wartości mocy maksymalnej oraz o czasie potrzebnym do jej uzyskania (Bogdanis i wsp. 1994, Zatoń, Jastrzębska 2010), natomiast w piłce nożnej przejawia się na przykład w szybkości zrywowej, rozumianej jako zdolność do osią-

gania maksymalnej prędkości w jak najkrótszym czasie (Chmura 2001). Pojemność fosfagenowa oceniana jest na podstawie czasu utrzymania  $P_{max}$  i zależy od stężenia fosfokreatyny w mięśniach (Zatoń, Jastrzębska 2010). Moc maksymalna oraz zdolność jej utrzymania pośrednio wpływają także na pracę całkowitą pojedynczych powtórzeń. Mimo że w obu przypadkach (praca na ergometrze i przyspieszenia) głównym dostawcą energii jest system fosfagenowy, to nie występuje bezpośrednia zależność między nimi. W dotychczasowych badaniach nie stwierdzono zależności między ergometrycznymi rezultatami a wynikami na przykład biegu na odcinkach 30–200 m (Emmerich 1978). Za przyczynę uznaje się to, że podczas pracy na cykloergometrze nie są uwzględniane takie czynniki, jak technika biegu czy czas reakcji. W piłce nożnej (dodatkowo) niższa moc fosfagenowa może być kompensowana przez szybkość i trafność postrzegania, antycypacji czy podejmowania decyzji (Chmura 2006). Niemniej jednak zdolności te są wykorzystywane przy współdziałaniu energii mechanicznej, której najszybsza produkcja odbywa się dzięki szlakom beztlenowym-bezmlęczanowym, dlatego niezbędna wydaje się wysoka sprawność tego systemu (di Prampero, Ferretti 1999). Start rozpoczynający atak szybki uzależniony jest od zasobów ATP, natomiast rozwijana maksymalna prędkość biegowa na kolejnych metrach, czas potrzebny do jej uzyskania oraz umiejętność utrzymania zależne są od szybkości wykorzystania i ilości PCr. Mimo braku zależności między mocą uzyskaną na cykloergometrze a szybkością biegową test cykloergometryczny ujawnia potencjalne możliwości osiągnięcia i utrzymania mocy anaerobowej podczas innych czynności ruchowych (Kasabalis i wsp. 2005), w tym być może specyficznych dla piłki nożnej. Kasabalis i wsp. (2005) na przykład dowiedli, że występuje zależność między  $P_{max}$  uzyskaną przez siatkarzy w teście Wingate a ich wyskokiem. Kolejnym argumentem za istotnym znaczeniem w piłce nożnej resyntezy ATP dzięki wykorzystaniu PCr jest opóźnienie zakwaszenia organizmu, które ma niekorzystny wpływ na uzyskiwaną moc maksymalną. Zapobieganie zakwaszeniu jest możliwe, ponieważ PCr pełni rolę tzw. bufo-

ru (Whilmore, Costil 1994, Zatoń, Jastrzębska 2010).

W niniejszej pracy stwierdzono istotny związek między czasem utrzymania mocy maksymalnej a przyjętą oceną ogólnego poziomu sportowego. Najwyższy współczynnik korelacji wystąpił między czasem utrzymania mocy maksymalnej a ogólnym poziomem oraz zdolnością podejmowania decyzji. Mimo że zastosowana metoda oceny piłkarzy nie jest obiektywna, zależność ta pozwala na stwierdzenie, że zawodnicy prezentujący najwyższy poziom sportowy wyróżniają się jednocześnie największą pojemnością fosfagenową, określoną jako zdolność do jak najdłuższej pracy z maksymalną mocą. Ze względu na charakter omawianej dyscypliny przyczyny zaobserwowanych zależności mogą być różne, co skłania do szczegółowej interpretacji na poziomie indywidualnym.

Zawodnik nr 9, u którego stwierdzono największą pojemność fosfagenową, osiągnął najwyższą wartość mocy względnej, jednocześnie utrzymując ją najdłużej spośród wszystkich badanych. Potrzebował on więcej czasu (6,09 s), żeby uzyskać tę moc, a ponadto nie udało mu się powtórzyć osiągniętego rezultatu. Dane te (mimo słabego czasu uzyskania  $P_{max}$ ) pozwalają na stwierdzenie, że ma on duże zdolności do wykonywania wysiłków anaerobowych. Oprócz wskazanych wyników uzyskanych w teście zawodnik ten otrzymał (jako jeden z dwóch) najwyższą ocenę ogólną (suma wszystkich punktów) trenera. Porównując wyniki badań tego piłkarza z rezultatami zawodnika równie wysoko ocenionego (nr 13), stwierdzono niższą wartość  $P_{max}$ , podobnie długi czas potrzebny na jej uzyskanie oraz, co ciekawe, drugi z kolei czas utrzymania mocy maksymalnej. Jak wskazuje ocena trenerska, można przypuszczać, że niska moc fosfagenowa w tym przypadku jest kompensowana przez sprawność podejmowania decyzji, za którą zawodnik ten otrzymał 9 pkt. W badaniach innych autorów także obserwowano istotne relacje między sprawnością systemu fosfagenowego a poziomem sportowym piłkarzy. Rampinini i wsp. (2009b) wykazali większe zdolności sprinterskie zawodników profesjonalnych w porównaniu ze zdolnościami amatorów. Na podstawie innych badań Ram-



pinini i wsp. (2009a) dowiedli, że piłkarze z 5 najlepszych klubów włoskiej Serie A podczas meczów wykonują więcej pracy o maksymalnej i submaksymalnej intensywności z piłką niż zawodnicy grający w niższej notowanych zespołach. Zależność ta przekłada się na większą liczbę podań, strzałów czy dryblingów. Wspomniana przewaga wysiłków maksymalnych może być kojarzona z zaobserwowanym w pracy związkiem między czasem utrzymania Pmax a aktywnością, co pośrednio wpływa na inne działania, jak odnotowano w przeszłości (Rampinini i wsp. 2009a).

Zawodnikiem niepotwierdzającym zaobserwowanej zależności między oceną a czasem utrzymania mocy maksymalnej jest badany nr 1. Bardzo niska Pmax świadczy o niskich zdolnościach fosfagenowych. Wartość 9,75 W/kg jest jedną z najniższych w zespole. Podobnie czas utrzymania Pmax wypadł bardzo słabo na tle drużyny, co świadczy o niskiej pojemności fosfagenowej. Mimo to zawodnik ten został wyżej oceniony przez trenera niż znaczna liczba piłkarzy, którzy osiągnęli lepsze rezultaty w teście. Zawodnik nr 8 uzyskał natomiast wysoki wynik Pmax, lecz – w przeciwieństwie do innych – nie wykorzystuje tego potencjału na boisku. Charakteryzuje się mało dynamicznym startem i niewyróżniającą prędkością na krótkich odcinkach biegowych.

Ważna wydaje się różnica średniego czasu trwania pojedynczych powtórzeń (czasu uzyskania i czasu utrzymania Pmax) między zawodnikami. Wyniosła ona bowiem aż 5,41 s między najlepszym i najgorszym z nich. Świadczy to również o różnicy w udziale re-syntezy ATP przez glikolizę i PCr. Podczas wysiłku trwającego 12 s udział ten wynosił odpowiednio 47 i 22% (Medbø i wsp. 1999), natomiast podczas 6 s – 44 i 50% (Gaitanos i wsp. 1993). Częściowo wyjaśnia to przyczynę zaledwie jednego powtórzenia wykonanego przez zawodnika nr 9, ale także pozwala sądzić, że zawodnik ten byłby zdolny do wykonania większej liczby krótkich intensywnych wysiłków (bez utraty mocy), które są charakterystyczne dla piłki nożnej (Bangsbo i wsp. 2007). Można uznać, że zdolność ta pozytywnie wpływa na jakość wykonywanych czynności podczas meczu,

bowiem opóźnia ona wystąpienie zmęczenia (Whilmore, Costil 1994, Spencer i wsp. 2005). Potwierdzeniem takiego toku myślenia są badania, które przeprowadzili Royal i wsp. (2006). Autorzy ci zaobserwowali 43-procentowe obniżenie zdolności technicznych piłkarzy wodnych pod wpływem narastającego wysiłku (Royal i wsp. 2006).

## PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy wyników można stwierdzić, że zdolności fosfagenowe wpływają pozytywnie na poziom sportowy piłkarzy, ponieważ pozwalają na pracę o większej mocy. Należy pamiętać, że potencjał beztlenowy jest tylko jednym z wielu czynników charakteryzujących piłkarza i może być wykorzystywany przy współudziale innych zdolności. Nie można założyć, że piłkarz wyróżniający się wysoką wydolnością beztlenową będzie wyróżniał się także podczas gry, ale wydaje się, że taka zdolność podniesie jego poziom sportowy. Aktywność zawodników z najlepszych światowych klubów ujawnia kierunek, w którym rozwija się ta dyscyplina, i na pewno zdolność ta będzie odgrywała coraz ważniejszą rolę. Przeprowadzone badania dają podstawy, by sądzić, że wysoka sprawność metabolizmu fosfagenowego pozytywnie wpływa na efektywność gry zawodników. Stwierdzono bowiem, że wyróżniający się piłkarze spośród badanych odznaczyli się lepszymi zdolnościami do pracy w warunkach beztlenowych, co z jednej strony powinno skłaniać do dalszych badań, a z drugiej – mieć wpływ na dobór obciążeń treningu. Na podstawie zrealizowanych badań wyciągnięto następujący wniosek:

1. W badanej grupie stwierdzono statystycznie istotny związek między mierzonymi wskaźnikami wydolności fosfagenowej (tut. i Ptot) a poziomem sportowym zawodników, określanym w niniejszej pracy na podstawie subiektywnej oceny trenera.

## BIBLIOGRAFIA

Bangsbo J., Laia F.M., Krstrup P. (2007) Metabolic response and fatigue in soccer, *Int J Sports Physiol Perform*, 2, 111–127.

- Bangsbo J., Mohr M., Krstrup P. (2006) Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player, *J Sports Sci*, 7, 665–674.
- Bogdanis G.C., Nevill M.E., Boobis L.H., Lakomy H.K., Nevill A.M. (1995) Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man, *J Physiol*, 2, 467–480.
- Bogdanis G.C., Nevill M.E., Lakomy H.K., Boobis L.H. (1998) Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal exercise in humans, *Acta Physiol Scand*, 3, 261–272.
- Bogdanis G.C., Nevill M.E., Lakomy H.K. (1994) Effects of previous dynamic arm exercise on power output during repeated maximal sprint cycling, *J Sports Sci*, 4, 363–370.
- Bradley P.S., Sheldon W., Wooster B., Olsen P., Boanas P., Krstrup P. (2009) High-intensity running in English FA Premier League soccer matches, *J Sports Sci*, 2, 159–168.
- Carling C. (2010) Analysis of physical activity profiles when running with the ball in a professional soccer team, *J Sports Sci*, 3, 319–326.
- Chmura J. (2001) Szybkość w piłce nożnej, AWF, Katowice.
- Chmura J. (2006) Przejawy zdolności szybkościowych piłkarzy podczas meczu, *Sport Wyczynowy*, 9–10, 501–502.
- Dellal A., Wong D.P., Moalla W., Chamari K. (2010) Physical and technical activity of soccer players in the First French League – with special reference to their playing position, *ISMJ*, 5, 278–290.
- di Prampero P.E., Ferretti G. (1999) The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts, *Respir Physiol*, 2–3, 103–115.
- Emmerich J. (1978) Cykloergometryczny test oceny wydolności anaerobowej oraz niektóre fizjologiczno-biochemiczne aspekty wysiłków krótkotrwałych o maksymalnej intensywności, *Monografie AWF w Krakowie*, 11, 51–58.
- Gaitanos G.C., Williams C., Boobis L.H., Brooks S. (1993) Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise, *J Appl Physiol*, 2, 712–719.
- Hargreaves M. (2000) Skeletal muscle metabolism during exercise in humans, *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 3, 225–228.
- Howlett R.A., Parolin M.L., Dyck D.J., Hultman E., Jones N.L., Heigenhauser G.J., Spriet L.L. (1998) Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH at varying exercise power outputs, *Am J Physiol*, 2, 418–425.
- Kasabalis A., Douda H., Tokmakidis S.P. (2005) Relationship between anaerobic power and jumping of selected male volleyball players of different ages, *Percept Mot Skills*, 3, 607–614.
- Kowalchuk J.M., Heigenhauser G.J., Lindinger M.I., Sutton, J.R., Jones N.L. (1988) Factors influencing hydrogen ion concentration in muscle after intense exercise, *J App Physiol*, 5, 2080–2089.
- Lindinger M.I. (1995) Origins of [H<sup>+</sup>] changes in exercising skeletal muscle, *Can J App Physiol*, 3, 357–368.
- Medbø J.I., Gramvik P., Jebens E. (1999) Aerobic and anaerobic energy release during 10 and 30 s bicycle sprints, *Acta Kinesiol Univ Anaerobic Tartuensis*, 4, 122–146.
- Mohr M., Krstrup P., Bangsbo J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue, *J Sports Sci*, 7, 519–528.
- Parolin M.L., Chesley A., Matsos M.P., Spriet L.L., Jones N.L., Heigenhauser G.J. (1999) Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise, *Am J Physiol*, 5, 890–900.
- Rampinini E., Impellizzeri F.M., Castagna C., Coutts A.J., Wisløff U. (2009a) Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level, *J Sci Med Sport*, 1, 227–233.
- Rampinini E., Sassi A., Morelli A., Mazzoni S., Fanchini M., Coutts A.J. (2009b) Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players, *App Physiol Nutr Metab*, 6, 1048–1054.
- Reilly T. (1997) Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue, *J Sports Sci*, 3, 257–263.
- Royal K.A., Farrow D., Mujika I., Halson S.L., Pyne D., Abernethy B. (2006) The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players, *J Sports Sci*, 8, 807–815.
- Sahlin K., Tonkonogi M., Söderlund K. (1998) Energy supply and muscle fatigue in humans, *Acta Physiol Scand*, 3, 261–266.
- Spencer M., Bishop D., Dawson B., Goodman C. (2005) Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports, *Sports Med*, 12, 1025–1044.
- Stølen T., Chamari K., Castagna C., Wisløff U. (2005) Physiology of soccer: an update, *Sports Med*, 6, 501–536.
- Tomlin D.L., Wenger H.A. (2001) The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise, *Sports Med*, 1, 1–11.

- UEFA Champions League Technical report 2012,  
[http://www.uefa.com/MultimediaFiles/Download/TechnicalReport/competitions/UCL/01/85/88/06/1858806\\_DOWNLOAD.pdf](http://www.uefa.com/MultimediaFiles/Download/TechnicalReport/competitions/UCL/01/85/88/06/1858806_DOWNLOAD.pdf), 10–13. [1.02.2013].
- Whilmore J.K., Costil D.L. (1994) Physiology of sport and exercise, Human Kinetics, Champaign.
- Zatoń M., Jastrzębska A. (2010) Testy fizjologiczne w ocenie wydolności fizycznej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Praca wpłynęła do Redakcji: 15.01.2013  
Praca została przyjęta do druku: 16.05.2013

*Adres do korespondencji:*  
e-mail: mpolczyk86@gmail.com