

ROZWÓJ WYTRZYMAŁOŚCI U PIŁKARZY NOŻNYCH I PŁYWAKÓW Z UWZGLĘDNIENIEM ODWODNIENIA I NAWADNIANIA ORGANIZMU

DEVELOPMENT OF ENDURANCE IN SOCCER PLAYERS AND SWIMMERS WITH CONSIDER DEHYDRATION AND HYDRATION OF ORGANISM

Krzysztof Mizera¹, Wiesław Pilis²

¹ Instytut Kultury Fizycznej Akademii im. J. Długosza w Częstochowie

² ALMAMER Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Warszawie

Streszczenie

Znaczenie wytrzymałości w takich rodzajach sportu jak piłka nożna i pływanie scharakteryzowano w tej pracy. Pomimo, że piłkarze nożni wykonują swe treningi w niskiej i wysokiej temperaturze a pływacy pracują raczej w zimnej wodzie, rozwój wytrzymałości jest ważny w obydwu sportach.

Jakkolwiek odwodnienie w treningu pływackim nie jest tak wysokie jak w piłce nożnej, niektórzy pływacy trenerzy chcąc poprawić wytrzymałość w okresie startowym decydują się redukować objętość treningu ze zwiększeniem dziennego spożycia węglowodanów, celem odbudowy zapasów glikogenu w organizmie.

Stężenie mleczanu we krwi u piłkarzy nożnych przewyższa 14 mmol/l, długość pokonywanego dystansu jest czasem większa niż 12 000 metrów a temperatura organizmu sięga 39°C i występuje u nich znaczące odwodnienie oraz redukcja zapasów glikogenu. Stąd nawodnienie i suplementacja węglowodanami natychmiast po wysiłku jest nieodzowna w tym sporcie.

Pomimo różnych reakcji piłkarzy nożnych i pływaków na temperaturę otoczenia, sugeruje się, że ilość wypijanych płynów podczas i natychmiast po zakończeniu intensywnych treningów w obydwóch rodzajach sportu powinna być większa około 25-50% niż objętość utraconej wody.

Słowa kluczowe: wytrzymałość, piłkarze nożni, pływacy, odwodnienie, nawodnienie

Abstract

The meaning of endurance in such kind of sports as soccer and swimming was characterized in this paper. In spite of the fact that soccer players perform their training in low and high ambient temperature but swimmers work rather in a cold water, development of endurance is important in both sports.

However, dehydration in swimming training is not as high as in soccer, some coaches want to improve their endurance in starting period of time, decide to reduce training volume with increasing carbohydrate proportion in daily diet for rebuilding glycogen content in organism.

In soccer's blood lactate concentration during match exceed 14 mmol/l, length of the distance performed is sometimes greater than 12 000m, but temperature inside organism reaches 39°C, significant dehydration and reduction of glycogen stores take place. Hence, hydration and carbohydrate supplementation immediately after cessation of effort in this sport is necessary.

Despite of different reactions soccer players and swimmers on ambient temperature, it is suggested that amount of drank liquid during and immediately after intensive training cessation in both kind of sports should have been bigger about 25 – 50% than volume of losing water.

Key words: endurance, soccer players, swimmers, dehydration, hydration

Wstęp

Wydolność fizyczna ma istotne znaczenie w każdej dyscyplinie i konkurencji sportowej, również technicznej. Często jest ona utożsamiana z wytrzymałością, która odgrywa kluczową rolę w wykonywaniu wysiłków jednostajnych o średnim i długim czasie trwania, np. w pływaniu, jak również w wysiłkach wykonywanych ze zmienną intensywnością, do których można zaliczyć

piłkę nożną. Bangsbo podaje, że zawodnicy najlepszych zespołów europejskich pokonują około 10-11,5 km podczas jednego meczu, przy czym największa część tego dystansu to marsz i bieg o małej intensywności (około 8-9 km), a 1,5-2,5 km to bieg o bardzo wysokim tempie i sprinty (1). Pokonanie takiego dystansu wymaga solidnego przygotowania w sferze wytrzymałościowej, tym bardziej, że bieg podczas meczu

nie odbywa się równym tempem, ale sporą część przebytego dystansu stanowią przyspieszenia z piłką. Podobnie rzecz ma się w przypadku pływaków. Wyścigi na dystansach 200 i 400 metrów są ogromnie wyczerpujące, gdyż poza przebiegnięciem dystansu, trzeba pokonać również opór wody. W związku z powyższym trening wytrzymałościowy, zarówno u jednych jak i u drugich, mimo że całkiem odmienny, determinuje możliwość uprawiania sportu na wysokim poziomie. Braki w rozwoju tej cechy motorycznej, przekładają się na poziom sportowy zawodnika.

Jednak najlepiej rozwinięta wytrzymałość nie zagwarantuje sukcesów nawet w tych dyscyplinach sportu, dla których jest ona podstawową determinantą rozwoju. Wiadomo, że zdolność do wysiłku u sportowca drastycznie obniża się podczas odwodnienia organizmu, które z kolei podczas treningów, a szczególnie zawodów jest nieuniknione. Wiadomo przecież, że utrata płynów ustrojowych w ilości 2% masy ciała może zaburzyć szereg funkcji fizjologicznych organizmu człowieka (2), które z kolei obniżają istotnie jego możliwości wysiłkowe o ok. 10%. Pływacy, a w szczególności piłkarze podczas swoich występów tracą spore ilości wody, stanowiące często znacznie więcej niż 2% masy ciała. W związku z tym, kolejnym istotnym czynnikiem warunkującym wysoką zdolność do wysiłku organizmu jest jego nawadnianie, zarówno przed, w czasie, jak i po zakończeniu pracy. Proces nawadniania jest procesem skomplikowanym, ale niezwykle istotnym w sporcie wyczynowym, dlatego sportowcy, jak i sztaby szkoleniowe powinni wziąć ten często pomijany problem pod uwagę. Inaczej może się okazać, że prawidłowo przeprowadzone treningi wytrzymałościowe nie będą wystarczające i podczas zawodów sportowiec nie będzie w stanie zaprezentować w pełni swojego przygotowania fizycznego.

Uwzględniając powyższe, celem tej pracy jest przedstawienie szczegółów treningowych w zakresie rozwoju wytrzymałości w piłce nożnej i w pływaniu z uwzględnieniem warunków termicznych, w jakich treningi i zawody się odbywają oraz zwróceniem uwagi na problem odwodnienia w sporcie i przeciwdziałania tym negatywnym zjawiskom poprzez właściwe nawodnienie organizmu.

Trening wytrzymałościowy pływaków

Wytrzymałość w konkurencjach pływackich, zwłaszcza na średnich i długich dystansach ma szczególne znaczenie. Jest to zdolność, którą odpowiednimi metodami szkoleniowymi można wytrenować do wysokiego poziomu, niezależnie od budowy i składu ciała, gdyż wrodzone cechy antropomotoryczne, takie jak długość kończyn, masa i wysokość ciała, obwód kończyn, wskaźnik BMI, masa mięśni szkieletowych oraz zawartość tkanki tłuszczowej, nie decydują istotnie o rozwoju wytrzymałości pływaków specja-

lizujących się w ultra-wytrzymałościowych dystansach pływackich (konkurencje 12-godzinne) (3). Wśród somatycznych i genetycznych uwarunkowań wydaje się, że niski wzrost jest czynnikiem ograniczającym wysokie osiągnięcia sportowe w pływaniu. Lavoie i wsp. (4) wykazali, że wiek startujących pływaków nie różni się od wieku sportowców uprawiających inne dyscypliny sportowe. Są oni jednak zwykle nieco wyżsi i ciężsi od swoich rówieśników, w czym upatruje się fakt, iż drobniejsi z reguły zawodnicy krajów azjatyckich, czy afrykańskich generalnie nie należą do elity światowej, a ich ewentualne dobre wyniki są zjawiskiem sporadycznym w porównaniu z rezultatami osiąganymi przez Europejczyków, czy Amerykanów. Wyczynowi pływacy charakteryzują się jednak smukłą sylwetką o stosunkowo niskiej zawartości tłuszczu. Fenomen ostatnich lat, zdobywca 14 złotych medali olimpijskich – Michael Phelps, swoje sukcesy zawdzięcza w dużej mierze nieproporcjonalnej budowie ciała. „Amerykański delfin” charakteryzuje się bardzo długim torsem i krótkimi kończynami dolnymi, a przy tym dużymi stopami. Ta nieproporcjonalna budowa powoduje, że opór wody przy ciele jest minimalny, zaś duże stopy w wodzie pełnią rolę płetw. W efekcie dystans pokonywany jest szybciej, a przy tym zawodnik mniej się męczy. Phelps jest niezwykle szczupły, a przy wzroście 193 cm waży (rok 2008) 91 kg.

Kobiety uprawiające pływanie mają zawartość tkanki tłuszczowej oscylującą w granicach 14-19%, podczas gdy mężczyźni 5-10% (4). Zbyt duże otluszczenie ciała może wywierać niekorzystny wpływ na osiąganie dobrych wyników na długich dystansach. W badaniu przeprowadzonym na kobietach, będących w przedziale wiekowym 21-73 lat, uprawiających wytrzymałościowe formy pływania próbowano ocenić wpływ wieku oraz zawartości tkanki tłuszczowej na efektywność ćwiczeń w wodzie. Okazało się, że większa zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie w znacznie większym stopniu niż wiek ogranicza poziom ćwiczeń pływackich (5). Zauważalne jest to szczególnie od ostatniego ćwierćwiecza XX wieku, kiedy zanotowano wzrost średniej wieku kalendarzowego finalistów Igrzysk Olimpijskich (6). Podczas Igrzysk Olimpijskich w 2000 roku w Sydney, mająca wówczas 33 lata Amerykanka Dara Torres zdobyła 2 złote medale w sztafetach 4x100. Była ona dwa razy starsza od dwukrotnych złotych medalistek tych igrzysk – Rumunki Diany Mocanu i Ukrainki Jany Kłoczkowej. To, że wiek (do pewnych granic) nie jest przeszkodą w osiąganiu najwyższych wyników sportowych w pływaniu potwierdził też Mark Foster, który w 2004 roku na Mistrzostwach Europy w wieku 34 lat zdobył złoty i srebrny krążek.

Zdrowe i wysportowane osoby, po odpowiednim przygotowaniu, mogą z powodzeniem uprawiać

wytrzymałościowe formy pływania, co potwierdziły badania przeprowadzone przez Knechtle'a i wsp. (7). W eksperymencie tym podczas maratonu pływackiego w 2006 w Zurychu, postanowili oni zmierzyć intensywność obciążenia pływackiego i wydatek energetyczny tego wysiłku. Zaobserwowano, iż intensywność taka powodowała wzrost częstości skurczów serca do poziomu odpowiadającemu 51% maksymalnego poboru tlenu. Pomimo uzupełniania energii podczas wysiłku o wartości wynoszące ok. 500 kcal / godzinę, przez okres około 9 godzin trwania maratonu miała miejsce utrata masy ciała badanych pływaków i wynosiła średnio 1,1 kg (7).

Zbadanie metabolicznych czynników wśród pływaków startujących na średnich dystansach (400 m) stylem dowolnym wykazało, iż pobór tlenu mierzony zaraz po skończeniu konkurencji wynosił 3,47 l/min, maksymalne stężenie mleczanu we krwi odpowiadało wartości 11,8 mM. Wykazano, że sukcesy na dystansie 400 m stylem dowolnym osiągać można przy rozwijaniu większej szybkości pływania z mniejszą redukcją pH krwi i przy niższym $\dot{V}O_2\text{max}$ (8). Aby osiągnąć zamierzony cel, należy stosować odpowiednie metody treningowe. Przy planowaniu i kontroli obciążeń jednostek treningowych w kształtowaniu wytrzymałości pływaka należy opierać się na aktualnych, indywidualnych wartościach wskaźników fizjologicznych, takich jak częstość skurczów serca (HR), stężenie mleczanu we krwi, czy prędkość pływania (9), które powinny być wyznaczone w naturalnych warunkach pracy startowej. Według Przybylskiego i Makara, wartości te dla zawodników 16-letnich, mających I klasę sportową, powinny wyglądać następująco: HR = 200 ud/min, stężenie kwasu mlekowego we krwi = 6,1 mmol/l, prędkość przepływanych odcinków 1,31 m/s (10). W poprawieniu rezultatów kolosalne znaczenie ma również technika pływaka. Bassett i wsp. (11) wykazali, że po włączeniu do treningu ćwiczeń mających na celu doskonalenie techniki, polegających na ślizganiu się po wodzie (drafting) u pływaków startujących na dystansie 600 jardów (549 m), $\dot{V}O_2$ może ulec istotnemu zmniejszeniu (z 3,12 do 2,85 l/min), podobnie zresztą jak stężenie kwasu mlekowego we krwi (z 5 do 3,4 mM). Po włączeniu tych ćwiczeń do cyklu treningowego zaobserwowano też zmniejszenie częstości skurczów serca podczas pływania na dystansie 600 jardów z 146,8 do 137,7 ud/min (11). Wyniki te wskazują, iż doskonalenie techniki, a konkretnie stosowanie draftingu przyczynia się do wyraźnego zmniejszenia wydatku energetycznego i ekonomizacji pracy pływaka.

W treningu wytrzymałościowym pływaków w kilkutygodniowym cyklu przygotowawczym, w okresie startowym, trenerzy stosują często zmniejszanie objętości treningowej określane jako „taper” wraz ze zwiększeniem zawartości węglowodanów w diecie

o wartości przekraczające 70% w ciągu trzech dni przed zawodami (12). Proces ten jest uzasadniony, gdyż powoduje zwiększenie mocy mięśniowej. Jednocześnie obserwuje się wzrost wytrzymałości o ok. 3%. W stosowaniu tej metody mającej poprawić wytrzymałość oraz szybkość, ma miejsce zredukowanie objętości treningowej nawet o 60-90% i powinno przebiegać w okresie 7-21 dni, przy czym częstotliwość treningów nie powinna być zmniejszana więcej niż o 50% (13). Z kolei Papoti i wsp. postanowili zbadać wpływ metody „taper” stosowanej przez 11 dni, podczas której zmniejszono objętość ćwiczeń o 48% bez zmiany ich intensywności, po niespełna dziewięciu tygodniach treningu. Okazało się, iż moc oraz wytrzymałość na dystansie 200 m poprawiły się odpowiednio o 3,6 i 1,6% (14). W związku z powyższym, tego typu metody treningowe aplikowane pod koniec 10-tygodniowego cyklu mogą przyczynić się do poprawy szybkości oraz wytrzymałości pływaka. Skuteczność postępującego zmniejszania objętości treningowej u zawodowych pływaków potwierdzają też badania przeprowadzone przez Johnsa i wsp. (15). Wykazali oni bowiem, iż u 12 zawodników, którzy u kresu etapu przygotowawczego stosowali metodę „taper” zaobserwowano wzrost mocy o ok. 5% ($p < 0.05$), nie wykazano natomiast zmian w poborze tlenu i potreningowym stężeniu kwasu mlekowego we krwi podczas 182,9-metrowego (200 jardów) pływania ze zmniejszaną objętością treningową (15). W tych samych badaniach nadmieniono, że depilacja ciała przez pływaków może wpływać na poprawę wyników sportowych.

Przygotowanie fizyczne w piłce nożnej, ze szczególnym uwzględnieniem wytrzymałości

Niewiele sportów charakteryzuje się bieganiem na tak dużych powierzchniach, tak długo i bez regularnych przerw odpoczynkowych, jak to ma miejsce w piłce nożnej. Dlatego też przygotowanie kondycyjne piłkarzy jest jednym z najważniejszych elementów treningu zarówno u zawodników młodych i niedoświadczonych, jak i profesjonalistów, u których właśnie element kondycyjno-szybkościowy decyduje często o przebiegu meczu, zwłaszcza na najwyższym, międzynarodowym szczeblu rozgrywek.

Analizy spotkań piłkarskich dowodzą, że piłkarze pokonują podczas meczu przeciętnie 8-12 km, z czego 24% to chodzenie, 36% trucht, 20% szybki bieg, a 11% sprint (16). Profesjonalni piłkarze, dobrze przygotowani pod kątem wytrzymałościowym charakteryzują się maksymalnym poborem tlenu ($\dot{V}O_2\text{max}$) oscylującym na poziomie 55-70 ml/kg/min (17, 18), a podczas meczów intensywność ich pracy mieści się w przedziale 80-90% HRmax (19). Dobre przygotowanie fizyczne wpływa nie tylko na pokonywanie dłuższego dystansu na boisku, ale i przekłada się na

rozwijanie większej intensywności pracy, głównie w postaci biegów sprinterskich (20). Badania przeprowadzone przez Chmurę i wsp. z wykorzystaniem metody kinematycznej Erdmanna, polegające na analizie wytrzymałości oraz szybkości zawodników Wisły Kraków i Realu Madryt w meczu eliminacyjnym do Ligi Mistrzów wykazały wyraźne dysproporcje między zawodnikami obu klubów. Trzej najbardziej aktywni w tym spotkaniu zawodnicy mistrza Polski pokonali podczas meczu odpowiednio 10351 m, 10997 m, i 11667, podczas gdy trójka najaktywniejszych zawodników mistrza Hiszpanii: pokonała odpowiednio 11805 m, 12350 m, 12983 m (21).

Istotne znaczenie dla poprawy wytrzymałości ma progresja $\dot{V}O_2\text{max}$ w procesie treningowym. Helgerud i wsp. dowiedli, że poprawienie u 18-letnich piłkarzy maksymalnego poboru tlenu przez 8 tygodni z 58,1 do 64,3 ml/kg/min przyczyniło się do poprawy ekonomii biegu o 6,7%, zwiększenia pokonywanego dystansu podczas meczu o 20%, o 24% zwiększyło się zaś zaangażowanie zawodników w grę z piłką przy nodze oraz u każdego gracza zaobserwowano zwiększenie liczby sprintów o 100%. Nie zanotowano natomiast zmian w wysokości wyskoków, sile, szybkości, czy prędkości i precyzji podań (21). Chamari i wsp. (22) wykazali natomiast, że 8-tygodniowy trening wytrzymałościowy 14-letnich piłkarzy zwiększył maksymalny pobór tlenu o 12%, a ekonomię biegu poprawił o 10%. Badania wykazały, iż warto zastępować tradycyjny trening wytrzymałościowy nowymi, eksperymentalnymi metodami mającymi poprawić wytrzymałości oraz $\dot{V}O_2\text{max}$. W tym celu przeprowadzony na 48 zawodnikach pierwszoligowych drużyn eksperyment polegający na zastąpieniu tradycyjnych metod (bieg po linii prostej oraz rozciąganie w przerwach odpoczynkowych) metodą eksperymentalną, polegającą na zastosowaniu zbliżonych do warunków meczowych sytuacji, opierających się na sprintach z piłką i bez niej z gwałtowną zmianą kierunku biegu (23). Zawodnicy biegali na odcinkach 60, 100, 200, 400, 1200 i 2400 m, w 13-tygodniowym cyklu. Okazało się, że już po 6 tygodniach nastąpił znaczący wzrost $\dot{V}O_2\text{max}$, który powiększał się jeszcze przez kolejne tygodnie treningu. Ponadto zaobserwowano, że zwiększone $\dot{V}O_2\text{max}$ i podwyższona wytrzymałość utrzymywały się dłużej, niż w przypadku tradycyjnych metod treningowych, także w trakcie sezonu.

Okazuje się też, że wydolność tlenowa piłkarzy zasadniczo wpływa na ich techniczne poczynania podczas meczu oraz przekłada się na realizację założeń taktycznych (22). W okresie przygotowawczym nie należy zapominać też o ćwiczeniach kształtujących specyficzną siłę mięśniową. Trening siłowy u piłkarzy pozwala skompensować wszelkie niedociągnięcia w proporcjach mięśni oraz wzmocnić ich wytrzymałość. Badania dowodzą, iż zawodnicy ćwiczący w si-

łowni mięśnie czworogłowe ud, poprzez wzmocnienie ścięgien udowych mogą w dużym stopniu zapobiec ewentualnym kontuzjom (24). Ponadto specyficzny trening siłowy przeprowadzony przez 16 tygodni po 2 razy w tygodniu, w postaci 2-3 serii po 8-15 powtórzeń z obciążeniem 55-80% jednego maksymalnego powtórzenia, wpływa na wydłużenie sprintów nawet do 30 m (25).

Aby okres przygotowawczy przyniósł pożądane rezultaty, musi on być precyzyjnie zaplanowany i trwać odpowiednio długo. Badania przeprowadzone przez Santosa-Silvē na 15 piłkarzach wykazały, iż wpływ 15-dniowego treningu wydolnościowego stosowanego 5 razy w tygodniu na $\dot{V}O_2\text{max}$, okazał się niewystarczający. U zawodników nie zaobserwowano znaczącej poprawy $\dot{V}O_2\text{max}$, który przed 2-tygodniowym okresem treningowym wynosił u nich 54,5, a po jego zakończeniu 55,2 ml/kg/min (26). Niezwykle trudno jest też określić, czy dana jednostka treningu wytrzymałościowego zwiększa $\dot{V}O_2\text{max}$, mianowicie, czy długość ćwiczeń o intensywności 90-95% HR max była odpowiednio dostosowana do poszczególnych graczy i ich predyspozycji. Hoff i wsp. zaprezentowali badania, w których 6 piłkarzy pierwszoligowych poddano specyficznemu treningowi interwałowemu, podczas którego zawodnicy biegali i w wyznaczonych miejscach wykonywali drybling, jak również brali udział w małej grze między sobą. Metodami laboratoryjnymi mierzono HR i $\dot{V}O_2\text{max}$ podczas tych wysiłków biegowych. Równocześnie oznaczono submaksymalne i maksymalne wielkości HR i $\dot{V}O_2\text{max}$ podczas biegu na bieżni elektrycznej. Gra w małych grupach osiągała intensywność na poziomie 91,3% HRmax i 84,5% $\dot{V}O_2\text{max}$. Podczas biegu z dryblingiem intensywność pracy wynosiła odpowiednio 93,5% i 91,7%. Oznacza to, iż specyficzne ćwiczenia z piłką lub intensywna tzw. „mała gra” mogą być wykonywane jako specyficzny interwałowy trening podnoszący wytrzymałość, a monitorowanie HR podczas ćwiczeń piłkarskich jest ważnym wskaźnikiem do oceny intensywności treningu (27).

Na wytrzymałość piłkarzy duży wpływ ma nawadnianie organizmu podczas meczu. Badania potwierdziły, że przy braku nawadniania temperatura skóry u 24-letnich, dobrze wytrenowanych zawodników ($\dot{V}O_2\text{max} = 50.91$ ml/kg/min) osiągała przeciętnie 39,28°C, podczas gdy u piłkarzy uzupełniających płyny wynosiła podczas takich samych ćwiczeń ok. 38,8°C. Ponadto u odwodnionych zawodników osiągana moc i wykonana praca podczas 45-cio minutowego testu cykloergometrycznego przeprowadzonego bezpośrednio po meczu były znacznie obniżone w stosunku do osób pijących dostateczną ilość płynów. Dowodzi to, że odwodnienie występujące podczas meczów piłkarskich, wpływa na obniżenie zdolności wysiłkowych sportowców (28). Wykazano, iż nawad-

nianie organizmu podczas wysiłków fizycznych ma istotne znaczenie, bowiem utrata płynów ustrojowych w ilości 2% masy ciała może zaburzyć szereg funkcji fizjologicznych organizmu człowieka, które z kolei obniżają jego możliwości wysiłkowe o ok. 10%. Utrata wody odpowiadająca 5% masy ciała powoduje obniżenie wydolności fizycznej o 30%, natomiast utrata 15% zasobów wody organizmu człowieka jest przeważnie śmiertelna w skutkach (29).

Nie tylko okres przygotowawczy, ale i cały sezon jest ważnym elementem poprawy sprawności fizycznej oraz wytrzymałości u piłkarzy. Powyższe stwierdzenie można zobrazować eksperymentem, w którym uczestniczyło 22 piłkarzy, w 2 okresach treningowych trwających 10 tygodni. Pierwszy był okresem kontrolnym, drugi zaś polegał na włączeniu do treningu piłkarskiego dwóch bardzo intensywnych ćwiczeń interwałowych, z których pierwsze polegało na wykonywaniu przerywanych biegów, składających się z 12-15 startów trwających 15 sekund przy osiągnięciu prędkości biegu na poziomie 120% maksymalnej szybkości tlenowej z 15-sekundowymi przerwami wypoczynkowymi. Drugi interwałowy trening polegał na wykonywaniu 12-15 sprintów o długości 40 m z 30-sekundowymi przerwami. Wyniki wykazały, że intensywny trening interwałowy poprawił maksymalną szybkość tlenową o ok. 8,1%, a czas przebiegnięcia 40 m biegu uległ skróceniu o 3,5% (30). Słuszność stosowania w tradycyjnych treningach piłkarskich ćwiczeń kształtujących wytrzymałość potwierdził też McMillan i wsp. Przeprowadzili oni doświadczenie (31) polegające na wprowadzeniu 2 specyficznych treningów interwałowych przez okres 10 tygodni u 17-letnich piłkarzy. Zadaniem badanych było wykonanie 4 serii 4-minutowych dryblingów z piłką w biegu o intensywności 90-95% HRmax z 3-minutowym odpoczynkiem w formie truchtu o intensywności 70% HRmax. Wyniki dowiodły, iż $\dot{V}O_{2max}$ wzrosło u nich z 63,4 do 69,8 ml/kg/min nie wywierając negatywnego wpływu na siłę, skoczność, ani zwinność piłkarzy.

W piłce nożnej istotne znaczenie, szczególnie na najwyższym poziomie rywalizacji, ma przygotowanie kondycyjne nie tylko piłkarzy, ale i sędziego, który podczas meczu pokonuje zwykle 9-13 km przy intensywności 85-90% HRmax i 70-80% $\dot{V}O_{2max}$. Z tego dystansu ok. 4-18% przebiegane jest przez arbitra przy maksymalnej intensywności (32). Przeciętny poziom kwasu mlekowego osiąga podczas meczu wartość 4-5 mmol/l, a podczas całego meczu o wysoką stawkę, stężenie to dochodzi do 14 mmol/l. Wartości te są podobne do tych osiąganych przez piłkarzy, szczególnie ze środka pola, jednakże w porównaniu z piłkarzami, sędziowie są zwykle 15-20 lat starsi. Średnio sędziowie mają niższy od piłkarzy $\dot{V}O_{2max}$ i wynosi on przeciętnie 44-50 ml/kg/min.

Odwodnienie na skutek wysiłku fizycznego, a także istota oraz sposoby nawadniania

W czasie intensywnego wysiłku fizycznego, jaki często towarzyszy piłkarzom tempo pocenia się może wzrosnąć do wartości 1-1,5 litra/godz., a nawet ponad 3,5 litra/godz (33, 34). Nasilone pocenie się poprawia chłodzenie ciała, ale równocześnie powoduje szybki ubytek wody z organizmu - odwodnienie, któremu towarzyszy zmniejszenie ilości elektrolitów, przede wszystkim jonów sodowych i chlorkowych. Organizm sportowca broni się skutecznie przed przegrzaniem tylko wtedy, gdy ma odpowiedni zapas wody koniecznej do wytwarzania potu. Okazuje się, że w grupie zawodowych piłkarzy trenujących w temperaturze 32°C tempo parowania różniło się i oscylowało w przedziale 1-2,2 litra potu /godz., mimo że wszyscy piłkarze wykonywali te same ćwiczenia (35). Jednakże, gdy nastąpi odwodnienie, skuteczność eliminacji ciepła z organizmu ulega osłabieniu, a temperatura wnętrza nadmiernie się zwiększa i dochodzi do przegrzania organizmu, które niesie ze sobą wiele skutków ubocznych. Podobnie rzecz ma się u pływaków, którzy tracą ciepło nie poprzez pocenie za pomocą gruczołów potowych, ale poprzez przewodzenie i konwekcję. Ponadto przewodzenie cieplne w wodzie jest 25-krotnie wyższe niż w powietrzu, w związku z czym organizm musi wytworzyć większą ilość energii celem ogrzania organizmu, a to istotnie przyczynia się do intensywniejszej utraty wody z ustroju.

Jednym ze skutków ubocznych odwodnienia są kurcze cieplne, czyli bolesne, niezamierzone skurcze mięśni kończyn dolnych, górnych oraz mięśni brzucha, imitujące czasem objawy tzw. ostrego brzucha i występujące podczas wysiłku fizycznego lub po jego zakończeniu (36-38). Jako przyczynę ich występowania wymienia się zazwyczaj odwodnienie, zaburzenia równowagi sodowo-potasowej, wypijanie dużych ilości płynów hipotonicznych, zmęczenie mięśniowo-nerwowe lub kombinację tych czynników (34, 37-39).

Przez wiele lat problem uzupełniania płynów w trakcie, czy też po wysiłku był lekceważony. Poglądy na ten temat zaczęły się zmieniać w roku 1969, kiedy to pojawił się artykuł alarmujący o zagrożeniach wynikających z odwodnienia organizmu podczas przedłużonego wysiłku (40). Jednak dopiero w 1979 roku Costill uzasadnił konieczność przyjmowania napojów podczas wysiłku fizycznego (41).

Nawadnianie jest istotne nie tylko po wysiłku, ale też przed nim, jak i w trakcie jego trwania (42). Aby zapobiec utracie płynów zawodnicy muszą zadbać o odpowiednie nawadnianie i na 2-3 godziny przed wysiłkiem sportowiec powinien spożyć 500-600 ml płynów. Może to być woda, ale korzystniejsze będzie wypicie napoju zawierającego węglowodany. Bezpo-

średnio przed wysiłkiem (5-15 min) należy spożyć ok. 200-250 ml wody lub napoju izotonicznego, zaś podczas zawodów sportowiec powinien uzupełnić płyny w ilości około 500 ml co 30 min. W przypadku piłkarzy, których wysiłek trwa około 45 min., powinni w 15-minutowej przerwie przyjąć około 600-700 ml wody lub napoju izotonicznego.

Całkowita ilość spożytego płynu powinna być o 25-50% większa, niż objętość utraconej wody. Używanie całkowitej równowagi wodno-elektrolitowej następuje w ciągu co najmniej 24 godzin. W związku z powyższym napoje należy stosować zarówno podczas, jak i po wysiłku i powinny one zawierać nie tylko wodę, ale również składniki zaopatrujące organizm w energię i elektrolity, a zwłaszcza sód. (43). Aby napój z przewodu pokarmowego wchłaniał się dobrze i szybko, powinien mieć osmolalność zbliżoną do osmolalności płynów ustrojowych. Korzystne zatem jest stosowanie komercyjnych napojów przygotowanych na użytek sportowców. Zawierają one węglowodany w stężeniu 6-8% (60-80 g/l). Napoje te zawierają ponadto niewielką ilość elektrolitów, lecz ich obecność, zwłaszcza sodu, może być korzystna przy dużej utracie potu. Posiadają one również dodatki smakowe, które zachęcają sportowców do spożywania większej ich ilości w porównaniu z czystą wodą. Napoje izotoniczne spełniają tym samym wszystkie wymagania, jakie powinien posiadać dobry napój sportowy, a ich osmolalność waha się w granicach 270-330 mOsm /kg wody (44).

Zakończenie

Powyższa praca oraz przytoczone w niej liczne badania potwierdzają istotę treningu wytrzymałościowego dla sportowców uprawiających różne dyscypliny sportowe. Zarówno w pływaniu, jak i piłce nożnej wysoko rozwinięta cecha, jaką jest wytrzymałość, podnosi poziom sportowy zawodników, i to nie tylko na płaszczyźnie motorycznej, ale i technicznej oraz taktycznej. Aby wytrzymałość była rozwijana efektywnie, należy rzetelnie i dokładnie zaplanować okres przygotowawczy oraz w okresie startowym wpłacać treningi poprawiające maksymalny pobór tlenu. Należy wiedzieć, że zbyt krótki okres kształtowania wytrzymałości nie spowoduje jej poprawy, natomiast zbyt długi czas z kolei może doprowadzić do przeciążenia organizmu, w wyniku czego jego wydolność może się obniżyć.

W sporcie szczególnie na wysokim poziomie niezbędna jest wiedza dotycząca odwodnienia oraz prawidłowego nawadniania organizmu nie tylko podczas wysiłków, ale również przed ich rozpoczęciem, jak i po ich zakończeniu. Osoby spędzające codziennie wiele godzin w wodzie są szczególnie narażone na utratę znacznej ilości płynów, w tym elektrolitów, których niedobór może zaburzyć szereg funkcji fizjologicznych,

zwłaszcza, gdy wysiłek odbywa się w wodzie o niskiej temperaturze. Podobnie rzecz ma się w przypadku piłkarzy, u których ciepło z organizmu oddawane jest głównie poprzez parowanie, które podczas wysiłku może odprowadzić do 80% ciepła. Utrata wody w takich warunkach przekłada się nie tylko na zmniejszenie zdolności wysiłkowych, ale także na gorszą technikę wykonywanych zagrań, słabszą koncentrację oraz siłę. Narażeni są zwłaszcza zawodnicy, którzy trenują i grają w wysokiej temperaturze otoczenia, gdyż wówczas utrata wody wraz z elektrolitami, głównie magnezem i sodem zachodzi niezwykle szybko. Proces ten nie tylko może zaburzyć czynności fizjologiczne, ale może być również przyczyną śmierci piłkarza podczas meczu czy treningu. Zawodnicy oraz trenerzy powinni zatem brać pod uwagę istotę nawadniania organizmu, gdyż może się okazać, iż zaniedbanie w tym względzie bezpośrednio przełoży się nie tylko na zmniejszoną wydolność zawodnika, czy wypadki sportowe, ale przede wszystkim na jego zdrowie i życie.

Aby zawodnik podczas startów prezentował dobrą formę sportową niezbędne jest zatem nie tylko odpowiednie przygotowanie treningowe kształtujące wysoką wydolność organizmu, ale też odpowiednie jego nawadnianie, ponieważ na skutek niedoboru płynów i znaczącej utraty elektrolitów, zdolność wysiłkowa drastycznie zmniejsza się.

Piśmiennictwo/References:

1. Bangsbo J. The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise, University of Copenhagen 1993.
2. Costill DL. Płyny a wydolność fizyczna sportowca. *Sport Wyczyn* 1977; 8, 37-45.
3. Knechtle B, Knechtle P, Kohler G. No correlation of anthropometry and race performance in ultra-endurance swimmers at a 12-hours-swim. *Anthropol Anz* 2008; 66(1):73- 9.
4. Lavoie JM, Montpetit RR. Applied physiology of swimming. *Sports Med* 1986; 3(3):165-89.
5. Tuuri G, Loftin M, Oescher J. Association of swim distance and age with body composition in adult female swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(12):2110-4.
6. Opyrchal Cz, Karpiński R. Pływanie na igrzyskach olimpijskich w Atlancie – wybrane parametry uczestników i ocena poziomu sportowego. Prognoza na rok 2000. *Sport Wyczyn* 1997; 9-10, 25-35.
7. Knechtle B, Baumann B, Knechtle P. Effect of ultra-endurance swimming on body composition-marathon swim 2006 from Rapperswil to Zurich. *Praxis (Bern 1994)* 2007; 96(15):585-9.
8. Ribeiro JP, Cadavid E, Baena J i wsp. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *Br J Sports Med* 1990; 24(3):196-200.
9. Burke ER. Precision Heart Rate Training. Champaign. Human Kinetics 1998.
10. Przybylski S, Makar P. Analiza jednostki treningowej pływaka. *Sport Wyczyn* 2001; 1-2, 11-16.
11. Bassett DR, Jr, Flohr J, Duey WJ i wsp. Metabolic responses to drafting during front crawl swimming. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23(6):744-7.
12. Sherman W, Castill D, Fink W, Miller J. Effect of exercise-diet manipulations on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. *Inter J Sports Med* 1981; 114, 114-8.

13. Houmard JA., Johns RA. Effects of taper on swim performance. Practical implications. *Sports Med* 1994; 17(4):224-32.
14. Papoti M, Martins LE, Cunha SA i wsp. Effects of taper on swimming force and swimmer performance after an experimental ten-week training program. *J Strength Cond Res* 2007; 21(2):538-42.
15. Johns RA, Houmard JA, Kobe RW i wsp. Effects of taper on swim power, stroke distance, and performance. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24(10):1141-6.
16. Reilly T. Science and Soccer. Chapman & Hall, London 1996; 25-64.
17. Bangsbo J. The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand* 1994; 150:615.
18. Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsøe F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 1991; 16:110-6.
19. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U i wsp. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 11:1925-31.
20. Smaros G. Energy usage during a football match. In: Veciet L, ed. Proceedings of the 1st International Congress on Sports Medicine Applied to Football. Rome: *D Guanillo* 1980; 795-801.
21. Chmura J, Dargiewicz R, Andrzejewski M. Zdolności wytrzymałościowe i szybkościowe graczy w meczu eliminacyjnym do Ligi Mistrzów w piłce nożnej. [w:] Obserwacja i ocena działań zawodników w zespołowych grach sportowych. Red.: Bergier Józef. Międzynarodowe Towarzystwo Naukowe Gier Sportowych. Monografie 2004; 5, 77-85.
22. Chamari K, Hachana Y, Kaouech F i wsp. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *Br J Sports Med* 2005; 39(1):24-8.
23. Sporis G, Ruzic L, Leko G. Effects of a new experimental training program on $\dot{V}O_{2\max}$ and running performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48(2):158-65.
24. Gioftsidos A, Beneka A, Malliou P i wsp. Soccer players' muscular imbalances: restoration with an isokinetic strength training program. *Percept Mot Skills* 2006; 103(1):151-9.
25. Christou M, Smilios I, Sotiropoulos K i wsp. Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *J Strength Cond Res* 2006; 20(4):783-91.
26. Santos-Silva PR, Fonseca AJ, Castro AW i wsp. Reproducibility of maximum aerobic power ($\dot{V}O_{2\max}$) among soccer players using a modified heck protocol. *Clinics* 2007; 62(4):391-6.
27. Hoff J, Wislöff U, Engen LC i wsp. Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med* 2002; 36(3):218-21.
28. Edwards AM, Mann ME, Marfell-Jones MJ i wsp. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *Br J Sports Med* 2007; 41(6):385-91.
29. Maughan R, Burke L. Nutrition for sports performance. Mars Inc. USA 1998.
30. Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res* 2004; 18(3):584-9.
31. McMillan K., Helgerud J., Macdonald R., Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med* 2005; 39(5):273-77.
32. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med* 2007; 37(7):625-46.
33. American College of Sports Medicine. Position Stand. Heat and cold illnesses during distance running. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: i-x.
34. Nielsen B. Olympics in Atlanta: a fight against physics. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28, 665-8.
35. Singh J, Prentice AM, Diaz E i wsp. Energy expenditure of Gambian women during peak agricultural activity measured by the doubly-labelled water method. *Br J Nutr* 1989; 62, 315-29.
36. Armstrong LE, Meresh CM. The exertional heat illness: a risk of athletic participation. *Med. Exerc Nutr Health* 1993; 2: 125-134.
37. Binkley HM, Beckett J, Casa DJ i wsp. National Athletic Trainers. Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses. *J Athl Train* 2002; 37 (3): 329-43.
38. Brewster SJ, O'Connor FG, Lillegard WA. Exercise-induced heat injury: diagnosis and management. *Sports Med Arthros Rev* 1995; 3: 260-66.
39. Noakes TD. Lore of Running. Wyd. IV. Oxford University Press, Cape Town 2001.
40. Wyndham CH, Strydom NB. The danger of an inadequate water intake during marathon running. *S Afr Med J* 1969; 43: 893-6.
41. Costill DL. Scientific approach to distance running. Los Altos, Tafnews 1979.
42. Gleeson M, Greenhaff PL, Leiper JB i wsp. Dehydration, rehydration and exercise in the heat. *News on Sport Nutrition* 1996; 2, 1-6.
43. Shi X, Gisolfi CV. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sport Med* 1998; 25 (30): 157-72.
44. Szyguła Z. Profilaktyka zaburzeń cieplnych i odwodnienia u sportowców. *Med Sport Pract* 2004; 5, 1, 19-27.

Adres do korespondencji/Address for correspondence:
 Krzysztof Mizera
 Instytut Kultury Fizycznej
 Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie
 42-200 Częstochowa
 ul. Waszyngtona 4/8.