

STĘŻENIE SIARCZANU DEHYDROEPIANDROSTERONU W SUROWICY KRWI DOROSŁYCH MĘŻCZYZN O RÓŻNEJ AKTYWNOŚCI RUCHOWEJ

SERUM DEHYDROEPIANDROSTERONE SULFATE CONCENTRATION AND REGULAR PHYSICAL ACTIVITY OF ADULT MALES

Barbara Kopff¹, Andrzej Lewiński², Anna Jegier¹

¹Zakład Medycyny Sportowej Uniwersytetu Medycznego, Łódź

²Klinika Endokrynologii i Chorób Metabolicznych z Oddziałem Medycyny Nuklearnej i Endokrynologii Onkologicznej Uniwersytetu Medycznego, Łódź

Streszczenie

Dehydroepiandrosteron, słaby androgen wydzielany przez warstwę siatkową kory nadnerczy wywiera korzystne efekty zdrowotne. Celem niniejszej pracy było ustalenie czy systematyczna aktywność fizyczna zdrowych klinicznie mężczyzn w wieku 35-75 lat wpływa na stężenie siarczanu dehydroepiandrosteronu. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic stężenia DHEAS w zależności od wydatku energetycznego, wynikającego z deklarowanej objętości wysiłku fizycznego w czasie wolnym od pracy, zaobserwowano natomiast istotną statystycznie, dodatnią korelację między wydolnością fizyczną a stężeniem DHEAS.

Słowa kluczowe: DHEA, mężczyźni, aktywność fizyczna

Abstract

Dehydroepiandrosterone, weak androgen secreted in adrenal cortex exerts several beneficial metabolic effects. The aim of the study was to find out if regular physical activity of healthy males aged 35-75 years influences dehydroepiandrosterone sulfate concentration. No significant differences of DHEAS concentrations dependent on physical activity level were found, positive correlation between physical work capacity and DHEAS concentration was observed.

Keywords: DHEA, males, physical activity

Wstęp

Dehydroepiandrosteron (DHEA) jest słabym androgenem wydzielanym w warstwie siatkowej kory nadnerczy (1,2). Hormon ten wywiera szereg korzystnych efektów fizjologicznych (3,4). Należą do nich: ochronny wpływ na śródbłonek naczyń, poprawa profilu lipidowego osocza oraz właściwości fibrynolitycznych osocza, zwiększenie gęstości mineralnej kości, zwiększenie beztłuszczowej masy ciała, wzrost insulinowrażliwości, zwiększenie odporności i skuteczności odpowiedzi immunologicznej a także bariery antyoksydacyjnej organizmu (5,6). Przypuszcza się, że fizjologiczne zmniejszenie wydzielania dehydroepiandrosteronu, postępujące wraz z wiekiem (szacowane na poziomie 2% w ciągu roku) wpływa na procesy starzenia się organizmu (7,8).

Nie budzi wątpliwości fakt, że systematyczna aktywność fizyczna stanowi czynnik wpływający korzystnie na stan zdrowia i jakość życia, bez względu na wiek. Pozytywne efekty kardioprotekcyjne jak i metaboliczne wysiłku fizycznego są znane, nie wyja-

śniono jednak dotychczas w pełni mechanizmów, za pośrednictwem, których aktywność fizyczna wpływa na wiele procesów fizjologicznych. Wiele skutków systematycznej aktywności fizycznej jest podobne do efektów przypisywanych działaniu dehydroepiandrosteronu. Nie wiadomo jednak, czy jest to jedynie zbieżność skutków działania czy też wpływ na wydzielanie i działanie obwodowe dehydroepiandrosteronu może należeć do mechanizmów, w drodze których trening fizyczny wywiera swoje korzystne skutki.

Dostępne w piśmiennictwie dane dotyczące wpływu wysiłku fizycznego na stężenia dehydroepiandrosteronu nie są spójne. Żadna z dostępnych prac nie rozstrzygnęła czy na skutek systematycznej aktywności fizycznej dochodzi do zwiększonego wydzielania dehydroepiandrosteronu.

Obok prac, w których nie stwierdzono wpływu ani jednorazowego ani systematycznego wysiłku fizycznego na stężenia siarczanu dehydroepiandrosteronu zarówno u kobiet jak i u mężczyzn (9,10,11), są badania, w których wyniki były odmienne w za-

leżności od płci. Bodou i wsp. wykazali u badanych 16 mężczyzn, chorych na cukrzycę, prowadzących uprzednio siedzący tryb życia, wzrost stężenia DHEAS w efekcie 8 tygodniowego programu treningowego, obejmującego dwukrotne w tygodniu ćwiczenia areobowe o intensywności do 75% $\dot{V}O_{2max}$ i raz w tygodniu trening areobowy realizowany w sposób interwałowy, składający się z powtarzanych etapów o dużej intensywności (85% $\dot{V}O_{2max}$) i o umiarkowanej intensywności (50% $\dot{V}O_{2max}$) (12). Kraemer i wsp. stwierdzili, że u młodocianych biegaczek typowy trening sportowy w sezonie startowym był związany ze wzrostem stężenia DHEAS w surowicy krwi (13). Należy jednak zaznaczyć, że przeciążenie wysiłkiem fizycznym i przetrenowanie oraz stres psychiczny powodują zmniejszenie stężenia DHEAS (14).

Cel pracy

Celem badań była odpowiedź na pytanie czy występują zależności między wydatkiem energetycznym, wynikającym z deklarowanej objętości aktywności ruchowej w czasie wolnym od pracy oraz wydolnością fizyczną a stężeniami siarczuanu dehydroepiandrosteronu w surowicy krwi zdrowych mężczyzn

Material i metody

Badaniem objęto 60 dorosłych mężczyzn w wieku 35-75 lat, u których na podstawie wywiadu i przedmiotowego badania lekarskiego wykluczono obecność klinicznie jawnej miażdżycy, choroby niedokrwiennej serca oraz cukrzycy. Osoby te nie przyjmowały preparatów o znanym wpływie na wydzielanie dehydroepiandrosteronu: kortykosteroidów, androgenów bądź fibratów. W wywiadzie lekarskim odnotowywano także fakt palenia tytoniu.

U badanych mężczyzn przeprowadzono ocenę wydatku energetycznego na aktywność fizyczną przy użyciu kwestionariusza aktywności fizycznej Seven Day Physical Activity Recall (15), poszerzoną o szczegółowy autorski wywiad dotyczący rekreacyjnej aktywności fizycznej. W zależności od wydatku energetycznego na aktywność ruchową w czasie wolnym od pracy badanych włączono do jednej z dwóch grup:

- grupy aktywnych fizycznie, gdy tygodniowy wydatek energetyczny na aktywność ruchową w czasie wolnym od pracy wynosił co najmniej 1000 kcal ($n=30$)
- grupy o niskiej aktywności fizycznej, gdy tygodniowy wydatek energetyczny na aktywność fizyczną w czasie wolnym był niższy niż 1000 kcal ($n=30$)

U badanych przeprowadzono także pomiary antropometryczne oraz obliczono wskaźnik masy ciała BMI (iloraz masy ciała wyrażonej w kilogramach i wzrostu w metrach do kwadratu) [kg/m^2].

U każdego z mężczyzn dokonano oceny wydolności fizycznej metodą pośrednią, podczas submaksymalnego testu wysiłkowego przeprowadzonego na

ergometrze rowerowym, z oprogramowaniem Case 16 firmy DRG. Wydolność fizyczną określano pośrednio za pomocą wskaźnika $PWC_{85\%max}$ (obciążenie przy częstotliwości skurczów serca odpowiadającej 85% tętna maksymalnego dla wieku).

Ze względu na krótki okres półtrwania DHEA w osoczu oraz fakt, że jego wydzielanie podlega rytmom dobowym lepiej jego wydzielanie odzwierciedla stężenie we krwi siarczuanu dehydroepiandrosteronu DHEAS. Dlatego w praktyce klinicznej dla oceny wydzielania dehydroepiandrosteronu celowe jest oznaczanie w surowicy stężenia siarczuanu dehydroepiandrosteronu. Stężenie DHEAS oznaczano w surowicy krwi żyłnej, pobranej od każdego z badanych na czczo, metodą immunoenzymatyczną za pomocą zestawów Elecsys-DHEAS firmy Roche. Czulość metody wynosi 0,003 $umol \cdot l^{-1}$. Współczynniki zmienności w serii i między seriami odpowiednio 3,2% i 4,7%. W badanych próbkach surowicy oznaczano także stężenia cholesterolu całkowitego, HDL i triglicerydów metodą kolorymetryczną przy użyciu zestawów firmy Cormay.

Uzyskano zgodę Komisji Bioetyki na przeprowadzenie badania, a każdy uczestnik wyraził świadomą zgodę na udział.

W ramach analizy statystycznej dla sprawdzenia normalności rozkładów uzyskanych danych wykorzystano testy Shapiro-Wilka, Kołmogorowa-Smirnowa, Lillieforsa. Wobec odchylenia od rozkładu normalnego wykorzystano testy nieparametryczne U Manna-Whitneya. W przypadku rozkładów zbliżonych do normalnego użyto testu t-Studenta. Dla oceny różnic między częstością występowania nałogu palenia tytoniu zastosowano test chi kwadrat i test Fishera. Poziom istotności statystycznej przyjęto dla $p < 0,05$. Zależności między badanymi zmiennymi oceniano obliczając współczynnik korelacji liniowej Pearsona.

Wyniki badań

Charakterystykę badanych grup przedstawia tabela 1. Średnia wieku dla całej grupy badanej wynosiła $53,8 \pm 8,5$ lat. 30 mężczyzn zgłaszało aktywność fizyczną związaną z wydatkiem kalorycznym na poziomie, co najmniej 1000 kcal w ciągu tygodnia i zostało zakwalifikowanych do grupy aktywnych fizycznie. 30 badanych deklarowało brak aktywności ruchowej bądź aktywność zapewniającą wydatek energetyczny poniżej 1000 kcal tygodniowo.

Pomimo, że wszyscy badani mężczyźni mieścili się w grupie wiekowej 35-75 stwierdzono, że średnia wieku w grupie o małej aktywności fizycznej była niższa w porównaniu z grupą aktywnych fizycznie średnio o 4,5 roku.

Aktywność ruchowa w czasie wolnym od pracy w grupie mężczyzn aktywnych mieściła się w szerokim zakresie wielkości wydatku energetycznego 1100-12600 kcal/tygodniowo $4535,67 \pm 2984,63$ kcal/tyg.

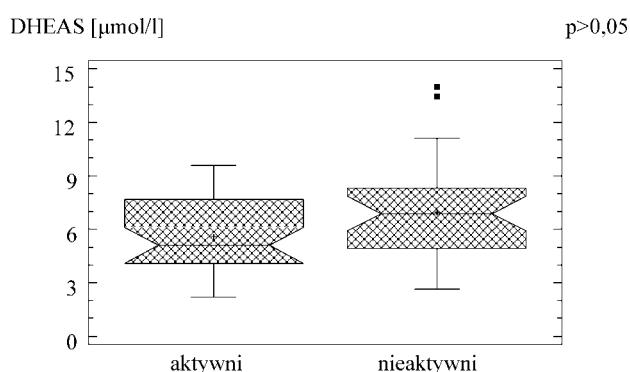
Tabela 1. Charakterystyka badanych mężczyzn

Oceniany parametr	Mężczyźni badani		p
	aktywni fizycznie n=30 x±SD mediana	o małej aktywności fizycznej n=30 x±SD mediana	
Wiek [lata]	56,07±8,76 54,5	51,47±7,62 51	<0,05
Wydatek energetyczny w formie aktywności fizycznej [kcal/tydzień]	4535,67±2984,63 3780	0	
Wydolność fizyczna PWC _{85%max} [W]	189,9±12,13 182	146,47±10,87 152,5	<0,05
BMI [kg/m ²]	23,79±1,04	27,68±1,21	<0,05
Cholesterol całkowity [mmol·l ⁻¹]	5,44±1,07 5,19	5,36±0,5 5,39	n.s.
Cholesterol HDL [mmol·l ⁻¹]	1,52±0,28 1,48	1,22±0,31 1,18	<0,05
Triglicerydy [mmol·l ⁻¹]	1,02±0,33 0,92	1,58±0,89 1,36	<0,05
Palenie tytoniu	16,67%	37,93 %	$\chi^2=3,373$ p= 0,066

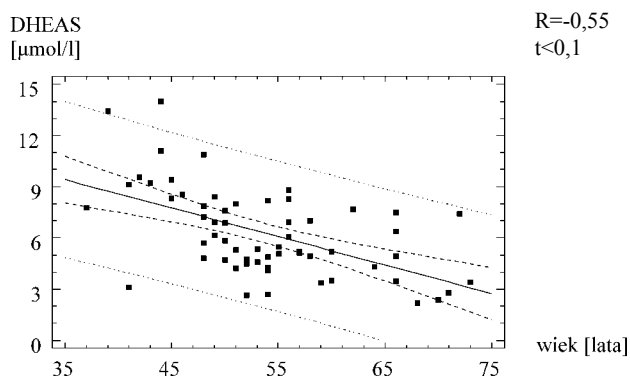
Mężczyźni zaliczeni do grupy aktywnych fizycznie różnili się od tych o małej aktywności fizycznej istotnie większą wydolnością fizyczną, istotnie wyższym stężeniem cholesterolu HDL oraz istotnie mniejszym stężeniem triglicerydów surowicy krwi.

Stężenia siarczany dehydroepiandrosteronu w surowicy badanych mężczyzn mieściły się w szerokim zakresie od 2,19 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ do 13,99 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ i wynosiły średnio $6,28\pm 2,58$ $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$. W grupie zgłaszającej aktywność fizyczną w czasie wolnym od pracy średnia stężenia DHEAS wynosiła $5,60\pm 2,17$ $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$; mediana 5,09 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ zaś w grupie nieaktywnych średnia miała wartość $6,98\pm 2,8$ $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, a mediana 6,88 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ (ryc. 1). Wobec istotnych odchyśleń od normalności rozkładu różnica stężeń DHEAS między grupami mężczyzn o niskiej aktywności fizycznej i aktywnych fizycznie nie była istotna statystycznie. W związku z tym, że mężczyźni z grupy o niższej aktywności fizycznej okazali się młodsi, a wiadomo, że wydzielanie dehydroepiandrosteronu wraz z wiekiem zmniejsza się, podczas analizy statystycznej wprowadzono dodatkowo matematyczną korektę uwzględniającą różnice wieku. Po przeprowadzeniu operacji matematycznej teoretycznie eliminującej różnicę wieku także nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy między średnimi stężeniami siarczany dehydroepiandrosteronu w obu grupach badanych.

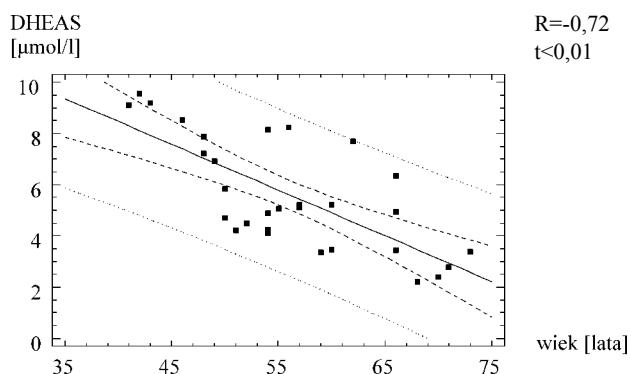
Stwierdzono istotną statystycznie ujemną korelację między wiekiem badanych mężczyzn a stężeniem siarczany dehydroepiandrosteronu $R=-0,55$; $p<0,01$ (ryc. 2). Korelacja ta była silnie wyrażona w grupie mężczyzn



Ryc.1. Stężenia siarczany dehydroepiandrosteronu w surowicy krwi mężczyzn aktywnych fizycznie i tych o małej aktywności ruchowej



Ryc.2. Zależność między wiekiem a stężeniem DHEAS w całej badanej grupie



Ryc.3. Zależność między wiekiem a stężeniem DHEAS mężczyzn z grupy aktywnych fizycznie

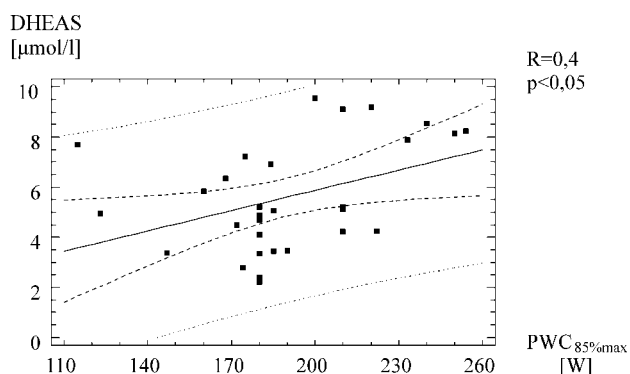
aktywnych $R=-0,72$; $p<0,01$ (ryc. 3). Natomiast w grupie mężczyzn o małej aktywności fizycznej zależność ta nie była znamienna statystycznie.

Nie stwierdzono związku między stężeniem siarczuanu dehydroepiandrosteronu a wydatkiem energetycznym na deklarowaną aktywność fizyczną w czasie wolnym od pracy.

W całej grupie badanych mężczyzn nie stwierdzono zależności między wydolnością fizyczną a stężeniem DHEAS. Natomiast w grupie mężczyzn aktywnych fizycznie stwierdzono znamienne statystycznie dodatnią korelację między wydolnością fizyczną a stężeniem DHEAS w surowicy krwi $p<0,05$ $R=0,4$ (ryc. 4). W grupie mężczyzn o niskiej aktywności nie stwierdzono korelacji między wydolnością fizyczną a stężeniem DHEAS.

W całej badanej grupie ani w żadnej z grup różnicowanych pod względem aktywności fizycznej nie stwierdzono korelacji między stężeniem DHEAS a wskaźnikiem masy ciała BMI.

Średnie stężenie DHEAS w podgrupie nieaktywnych fizycznie mężczyzn, palących tytoń stanowiącej 37,93% grupy badanych nie podejmujących aktywności fizycznej, wynosiło $8,95 \pm 3,11 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ i było istotnie statystycznie wyższe w porównaniu z pozostałymi badanymi $p<0,05$. W grupie mężczyzn aktywnych fizycznie paliło jedynie 16,7% to znaczy 5 osób.



Ryc.4. Zależność między wydolnością fizyczną a stężeniem DHEAS w surowicy krwi mężczyzn aktywnych fizycznie

Dyskusja

Przeprowadzone badanie wykazało, że większa aktywność fizyczna wśród mężczyzn w grupie wiekowej 35-75 lat jest związana z mniejszym nasileniem znanych czynników ryzyka chorób układu krążenia i metabolicznych. Wydolność fizyczna mężczyzn podejmujących aktywność fizyczną w czasie wolnym od pracy była większa. Mężczyzn w tej grupie cechowały także prawidłowa masa ciała, profil lipidowy osocza z niższymi stężeniami triglicerydów i wyższymi stężeniami cholesterolu frakcji HDL potwierdzające korzystne efekty systematycznej aktywności fizycznej.

Przedstawione wyniki badań wykazały ujemną korelację między wiekiem badanych mężczyzn a stężeniem siarczuanu dehydroepiandrosteronu. Obserwacja ta odpowiada znanym fizjologicznym zmianom wydzielania DHEA polegającym na zmniejszeniu syntezy tego androgeny wraz z wiekiem.

Pewną słabością pracy jest fakt, że występowała istotna statystycznie różnica wieku mężczyzn zaliczonych do obu badanych grup. Jednak wobec założeń pracy polegających na rekrutacji zdrowych klinicznie mężczyzn z określonego przedziału wiekowego, a dopiero po analizie wyników badania narzędziem Seven Day Activity Recall podział na grupy aktywnych i nieaktywnych, takie zróżnicowanie wieku jest naturalne. Mała aktywność fizyczna stanowi zazwyczaj jeden z elementów nieprawidłowego stylu życia obejmującego także niewłaściwą dietę i palenie tytoniu. Osoby prowadzące taki tryb życia w większości wcześniej zapadają na choroby cywilizacyjne czyli jedynie młodszy pozostają zdrowi klinicznie. Tę sytuację ilustruje zróżnicowanie wieku badanych w omawianym badaniu.

Nie uzyskano jednoznacznej odpowiedzi na pytanie dotyczące wpływu systematycznego wysiłku fizycznego u dorosłych mężczyzn na stężenia DHEAS. Stężenie siarczuanu dehydroepiandrosteronu okazało się być nieznacznie, nieistotnie statystycznie wyższe w grupie mężczyzn o niższej aktywności fizycznej. Obserwacja ta wymaga przede wszystkim interpretacji w kontekście młodszego wieku mężczyzn zaliczonych do tej grupy. Po wprowadzeniu poprawki uwzględniającej różnicę wieku stężenia DHEAS nie różniły się w obu grupach. Do znanych czynników nasilających wydzielanie DHEA u mężczyzn należy palenie tytoniu, którego działanie polegające na zwiększeniu sekrecji DHEA jest udowodnione, choć mechanizmy nie są do końca wyjaśnione, a zależności takiej nie obserwowano u palących kobiet (16,17). Stwierdzono, że właśnie u palących mężczyzn, którzy stanowili aż 37,93% w grupie nieaktywnych fizycznie stężenia DHEAS były najwyższe. Ten czynnik może mieć także wpływ na zaburzenie fizjologicznej zależności między wiekiem badanych a stężeniem siarczuanu dehydroepiandrosteronu w grupie mężczyzn nie podejmujących

aktywności fizycznej. Wydzielanie DHEA ulega wpływowi licznych czynników, które w tej pracy nie były poddawane analizie. Można jednak zauważyć, że brak aktywności fizycznej jest zazwyczaj elementem „niezdrowego” stylu życia, którego szereg elementów może wpływać niekorzystnie na procesy fizjologiczne w tym spowodować przedwczesne zmniejszenie wydzielania DHEA lub patologiczne nasilenie, co w konsekwencji może zaburzać zależność między stężeniem tego androgenu a wiekiem.

Nie stwierdzono korelacji między wskaźnikiem masy ciała BMI, a stężeniem DHEAS w grupach wyodrębnionych na podstawie poziomu aktywności fizycznej. Wprawdzie w niektórych badaniach dostępnych w piśmiennictwie wykazywano ujemną korelację między wskaźnikiem masy ciała BMI a stężeniem DHEAS, ale nie wszyscy autorzy są w tej kwestii zgodni, a aktualne badania zwracają uwagę raczej na ujemną korelację między stężeniem DHEAS a obwodem talii jako miarą otyłości trzewnej (18). W badaniu własnym nie zostało poddane analizie natężenie innych czynników o potencjalnym wpływie na sekrecję DHEA, takich jak stres psychiczny, który może powodować zmniejszenie wydzielania DHEA (19). Wydaje się, że również skład jakościowy diety, wpływa na wydzielanie dehydroepiandrosteronu. Na przykład zaobserwowano, że zwiększone spożycie białka koreluje ujemnie ze stężeniami DHEAS (20).

W badaniach własnych nie stwierdzono korelacji między deklarowanym wydatkiem energetycznym w formie aktywności ruchowej w czasie wolnym od pracy, a stężeniem dehydroepiandrosteronu, natomiast w grupie mężczyzn aktywnych fizycznie zaobserwowano dodatnią korelację między wydolnością fizyczną określaną jako $PWC_{85\%max}$ a stężeniem DHEAS. Być może wynika to z faktu, że nie wszyscy badani mężczyźni dokładnie przedstawiali swoją aktywność w czasie wolnym. W niektórych natomiast przypadkach mógł mieć znaczenie wysiłek fizyczny związany z czynnościami życia codziennego, pominięty w analizie. Wskaźnik wydolności fizycznej $PWC_{85\%max}$ jest zaś wartością dość obiektywnie ilustrującą efekty treningu fizycznego. U mężczyzn podejmujących rekreacyjną aktywność fizyczną obserwowano dodatnią korelację między stężeniem DHEAS, wydolnością fizyczną i wiekiem. Obserwacja ta odpowiada wiedzy na temat zależności między stężeniem DHEA a masą mięśniową nie pozwala jednak stwierdzić zależności przyczynowo-skutkowych. Nie wszyscy badacze obserwowali związek między wydolnością fizyczną a DHEAS.

Bonnefoy i wsp., badając osoby starsze, stwierdzili jedynie u kobiet zależność między wydolnością fizyczną a stężeniem siarczany dehydroepiandrosteronu. Wyszuli oni także hipotezę, że wpływ aktywności fizycznej na wydzielanie dehydroepiandrosteronu

może być odmienny w różnych grupach wiekowych (21,22). Natomiast Abbasi i wsp. znaleźli zależność między wydolnością fizyczną a stężeniem DHEAS jedynie u mężczyzn w podeszłym wieku (23). Również Valenti i wsp. stwierdzili zależność między stężeniem siarczany dehydroepiandrosteronu, a siłą mięśniową u mężczyzn w podeszłym wieku (24). Być może zarówno intensywność, jak i rodzaj wysiłku fizycznego mają wpływ na wydzielanie dehydroepiandrosteronu. Wydaje się, że raczej trening oporowy niż wytrzymałościowy sprzyja zwiększeniu wydzielania DHEA. Decydujące znaczenie dla zwiększenia wydzielania DHEA pod wpływem wysiłku fizycznego może mieć intensywność wysiłku fizycznego (25,26,27).

W badaniach dotyczących zmian stężenia DHEA i DHEAS po pojedynczym treningu stwierdzono zwiększenie obu tych hormonów przy zmniejszonej proporcji między DHEAS a DHEA. Powoduje to fakt, że wysiłek oporowy indukuje sulfatazę sterydową, przy czym zjawisko to jest uwarunkowane genetycznie na zasadach polimorfizmu genu sulfatazy sterydowej (28). Wysłunięto hipotezę, że zarówno podstawowe wydzielanie DHEA jak i jego wzrost pod wpływem wysiłku są uwarunkowane genetycznie (29). Może to wyjaśniać, dlaczego szereg innych badań nie wykazał wpływu wysiłku fizycznego na stężenia dehydroepiandrosteronu i jego siarczany (30).

Wnioski

Wydatek energetyczny na rekreacyjną aktywność fizyczną, deklarowany na poziomie ≥ 1000 kcal/tydzień nie różnicuje badanych mężczyzn pod względem stężenia DHEAS. Nie występuje także zależność między wielkością wydatku energetycznego wynikającego z deklarowanej objętości wysiłku fizycznego w czasie wolnym od pracy. U mężczyzn podejmujących systematyczną aktywność fizyczną w czasie wolnym od pracy obserwuje się dodatnią korelację między wydolnością fizyczną, a stężeniem siarczany dehydroepiandrosteronu.

Piśmiennictwo

1. Pepping J. DHEA: Dehydroepiandrosterone. *Am J Health Syst Pharm* 2000; 57:2048-56.
2. Arlt W. Dehydroepiandrosterone and ageing. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2004; 18: 363-80.
3. Steel N. Dehydro-epiandrosterone and ageing. *Age Ageing* 1999; 28: 89-91.
4. Schwartz AG. The Biologic Role of Dehydroepiandrosterone. *Gerontologist* 1992; 32: 425-6.
5. Halecki M, Sewerynek E, Lewiński A, Dehydroepiandrosteron jako antyoksydant – możliwość zastosowania w medycynie. *Endokrynol Pol* 2001;52: 117-28.
6. Pergola G. The adipose tissue metabolism: role of testosterone and dehydroepiandrosterone. *Int J Obes* 2000; 24 (Suppl 2), S59-S63.
7. Ebeling P, Koivisto VA, Physiological importance of dehydroepiandrosterone. *Lancet* 1994; 343: 1479-81.
8. Raynaud-Simon A, Lafont S, Berr C, Dartigues J-F. Plasma insulin-like growth factor I levels in the elderly: Relation to

- plasma dehydroepiandrosterone sulfate levels, nutritional status health and mortality. *Gerontology* 2001; 47: 198-206.
9. Consitt LA, Copeland JL, Tremblay MS. Hormone responses to resistance vs. endurance exercise in premenopausal females. *Can J Appl Physiol* 2001; 26:574-87.
 10. Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ. Basal Concentrations And Acute Responses Of Serum Hormones And Strength Development During Heavy Resistance Training in Middle-Aged and Elderly Men and Women. *J Gerontol* 2000; 55: 95-105.
 11. Mędraś M, Słowińska-Lisowska M, Józków P. Impact of recreational physical activity on bone mineral density in middle-aged men. *Aging Male* 2005; 8:162-165.
 12. Boudou P, de Kerviler E, Erlich D i wsp. Exercise training-induced triglyceride lowering negatively correlates with DHEA levels in men with type 2 diabetes. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:1108-12.
 13. Kraemer RR, Acevedo EO, Synovitz LB i wsp. Leptin and steroid hormone responses to exercise in adolescent female runners over a 7-week season. *Eur J Appl Physiol* 2001;86: 85-91.
 14. Gomez-Merino D, Chennaoui M, Burnat P i wsp. Immune and hormonal changes following intense military training. *Mil Med* 2003;168:1034-8.
 15. Sallis JF, Haskell W, Wood P i wsp. Seven-day physical activity recall [PAR] (1985) *Med Sci Sports Exerc* 1997;Suppl. V.29: S89-S103.
 16. Tziomalos K, Charsoulis F. Endocrine effects of tobacco smoking. *Clin Endocrinol* 2004, 61: 664-74.
 17. Manjer J, Johansson R, Lenner P. Smoking as a determinant for plasma levels of testosterone, androstenedione, and DHEAs in postmenopausal women. *Eur J Epidemiol* 2005; 20: 331-7.
 18. Derby CA., Zilber S, Brambilla D i wsp. Body mass index, waist circumference and waist to hip ratio and change in sex steroid hormones: the Massachusetts Male Ageing Study. *Clin Endocrinol* 2006; 65: 125-31.
 19. Goldman N, Gleit D, Seplakii C i wsp. Perceived stress and physiological dysregulation in older adults. *Stress* 2005; 8: 95-105.
 20. Trichopoulou A; Bamia C; Kalapothaki V, Spanos E. Dehydroepiandrosterone relations to dietary and lifestyle variables in a general population sample. *Ann Nutr Metab* 2003; 47: 158-64.
 21. Bonnefoy M, Patricot MC, Lacour JR i wsp. Relation between physical activity, muscle function and IGF-1, testosterone and DHEAS concentrations in the elderly. *Rev Med Interne* 2002;10:819-27.
 22. Bonnefoy M, Kostka T, Patricot MC i wsp. Physical activity and dehydroepiandrosterone sulphate, insulin-like growth factor. *Age Ageing* 1998; 27: 745-51.
 23. Abbasi A, Duthie EH, Sheldahl L, Wilson C i wsp. Association of dehydroepiandrosterone sulfate, body composition, and physical fitness in independent community-dwelling older men and women. *J Am Geriatr Soc* 1998; 46: 391-2.
 24. Valenti G, Denti L, Maggio M, Ceda G, Effect of DHEAS on Skeletal Muscle Over the Life Span: The In CHIANTI Study. *J Gerontol* 2004; 59A: 466-72.
 25. Copeland JL, Consitt LA, Tremblay MS. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:B158-65.
 26. Aizawa K, Akimoto T, Inoue H, Kimura F i wsp. Resting serum dehydroepiandrosterone sulfate level increases after 8-week resistance training among young females. *Eur J Appl Physiol* 2003; 90: 575-80.
 27. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* 2004; 96: 531-9.
 28. Riechman SE, Fabian TJ, Kroboth PD, Ferrell RE. Steroid sulfate gene variation and DHEA responsiveness to resistance exercise in MERET. *Physiol Genomics* 2004;17:300-6.
 29. An P, Rice T, Gagnon J i wsp. A genetic study of dehydroepiandrosterone sulfate measured before and after a 20-week endurance exercise training program: the HERITAGE Family Study. *Metabolism* 2000; 49: 298-304.
 30. Houmard JA, McCulley C, Shinebarger MH, Bruno NJ. Effects of exercise training on plasma androgens in men. *Horm Metab Res* 1994; 26:297-300.

Otrzymano: 31 grudzień, 2006

Opublikowano: 21 czerwiec, 2007

Adres do korespondencji:

Barbara Kopff

Zakład Medycyny Sportowej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi.

Pl Hallera 1

90-647 Łódź

e-mail: b_kopff@poczta.onet.pl