

# Wpływ testosteronu na organizm

## The influence of testosterone on the body

Bernadetta Skrzeczyńska

*Wyższa Szkoła Rehabilitacji*

### Streszczenie

Testosteron jest hormonem kształtującym męskie cechy płciowe. Uważany jest za główny czynnik androgenizujący.

Celem pracy wykazanie wpływu testosteronu na organizm. Hormony płciowe pełnią ważną funkcję. Testosteron ma wpływ nie tylko na rozwój płciowy męskiego organizmu, ale również na przemiany anaboliczne i kataboliczne w układzie sercowo-naczyniowym. Ma także znaczenie przy procesie powrotu do homeostazy mięśni, które były narażone na duży wysiłek. Testosteron, oprócz funkcji kształtowania cech fizycznych, odgrywa dużą rolę w przemianach o charakterze psychicznym.

**Słowa kluczowe:** testosteron, organizm, hormony

### Abstract

Testosterone is the hormone which shapes the male gender characteristics. It is considered to be the crucial androgenic factor.

The aim of this review is to introduce testosterone as a steroid organic compound which influences the human body systems. The sex hormones have an important function. Not only does testosterone influence the sexual development of male's organism, but also the anabolic and katabolic changes in the cardiovascular system. It is also an important factor in return to homeostasis of muscles which have been exposed to a huge exertion. Apart from the function in development of physical features, testosterone has an influential role in the process of mental changes.

**Keywords:** testosterone, organism, hormones

---

## Wstęp

Testosteron jest hormonem odpowiedzialnym głównie za rozwój męskich cech płciowych. Jest on determinantem maskulinizacji, stąd przekonanie, iż jeśli osobnik męski posiada go w odpowiedniej ilości, wyróżnia się cechami charakterystycznymi dla swojej płci. Hormon jest więc uważany za główny czynnik androgenizujący [1].

Testosteron jako środek anaboliczny oddziałuje na hipertrofię włókien mięśniowych. Poprzez

łączenie się z receptorem androgenowym tworzy silny bodziec transkrypcyjny dla wielu genów. Według Morawin, to połączenie, prócz wspomniania wzrostu mioblastów, powoduje również odpowiednio większe wytwarzanie komórek satelitarnych, mających decydujący wpływ na regenerację uszkodzonych mięśni. Co więcej, regularna aktywność fizyczna sprawia, że stężenie testosteronu w surowicy krwi jest odpowiednio wyższe. Największy jego wzrost zauważalny jest podczas wykonywania ćwiczeń siłowo-wytrzymałościowych, które trwają do 60 minut [15].

---

Bernadetta Skrzeczyńska

---

W ostatnim czasie prowadzi się coraz więcej badań na temat tego steroidu, biorąc pod uwagę jego zastosowanie w sporcie. Jest anabolikiem dostępnym na rynku farmaceutyków, jest chętnie stosowany przez bardzo młodych mężczyzn. Jednak w przypadku nadmiaru jego stężenia we krwi, można spodziewać się skutków ubocznych nie tylko w zakresie fizyczności, funkcjonowania organów wewnętrznych, ale również zmian w psychice osoby, która wspomaga się farmaceutykami. Cena, którą przychodzi zapłacić potencjalnemu zawodnikowi nie dotyczy tylko organizmu. Sportowcy, którzy zdecydowali się na doping, zwykle podczas kontroli antydopingowej są dyskwalifikowani na wiele lat lub nawet dożywotnio [32].

Wykreowany obraz swojego ciała w psychice młodego sportowca naraża go na uzależnienie od substancji wspomagających. Według Maciejewskiej i Trzcińskiego, oprócz działania androgenno-anabolicznego, testosteron działa silnie na psychikę osoby przyjmującej wspomaganie [11]. Androgen można zaliczyć do środków PIEDs (Performance Image Enhancement Drugs), które silnie zaburzają obraz własnego ciała. Uzależniające działanie AAS (anabolic-androgenic steroids) niesie za sobą niekończące się dążenie do coraz większej masy mięśni, gdyż uzależniony nie postrzega progresu hipertroficznego mięśni w swoim obrazie. Jest to zaburzenie zwane bigoreksją, które jest coraz powszechniejsze. Uważa się, iż doping AAS jest jedną z głównych przyczyn dysmorfobii. Badania, które opisuje Maciejewska, wykazują, iż australijscy użytkownicy PIEDs cierpią na fizyczne, jak i psychiczne skutki uboczne. Stwierdzono nie tylko stałe uszkodzenie organów wewnętrznych, ale również stany depresyjne, lęki oraz przede wszystkim brak akceptacji własnego ciała. Zjawisko bigoreksji łączy się także z wyraźnie zwiększonym poziomem agresji u osób uzależnionych od zażywania nielegalnego dopingu [11].

## Cel pracy

Celem pracy jest wykazanie wpływu testosteronu na organizm.

## Testosteron – budowa i biosynteza androgenu

Hormony są związkami organicznymi. Ich funkcje opisuje się jako swoistą regulację pracy tkanek leżących nieopodal gruczołu, jak i znajdujących się w pewnej od nich odległości. Uważa się również, że jedną z głównych ról tych substancji chemicznych, jest modyfikacja cech strukturalnych tkanek.

Grupa androgenów w swoich szeregach posiada hormon steroidowy o nazwie testosteron. Przedstawia się on wzorem sumarycznym  $C_{19}H_{28}O_2$ , o masie 288,43g/mol. Jego pełna nazwa to 17 $\beta$ -hydroksy-4-androsten-3-on.

Testosteron jako steroid opiera swoją budowę na cząsteczce, która jest zbudowana na bazie czterech pierścieni węgla. Każdy z tych czterech pierścieni węgla przyłącza do siebie kolejne. Trzy z nich odpowiednio posiadają sześć węglowych atomów, a jeden jedynie pięć. Pierścienie struktury testosteronu zawierają w sobie połączenie tzw. trans. Oznacza to, iż w miejscach syntezy pierścieni wiązania przemian są strukturalnie skierowane w górę lub w dół. Ostatni, czwarty pierścień, który nie posiada funkcji podtrzymania szkieletu cząsteczki, ma przyłączoną grupę OH. Molekularna struktura została zbudowana z 19-stu atomów węglowych, z czego 17 z nich tworzy szkielet owej cząsteczki. Każdej cząsteczce przypada mocowanie łańcucha bocznego odpowiednio dodanego, w zależności od uzyskania pochodnej. Cząsteczki węgla są połączone pojedynczym wiązaniem, natomiast wyjątkiem są dwa wiązania: pomiędzy  $C_4$  a  $C_5$  oraz pomiędzy  $C_3$  a cząsteczką tlenu, które są połączone wiązaniem podwójnym. Androgen ma płaską budowę o grupie metylowej  $C_{10}$  i  $C_{13}$  skierowanej do góry, co jest charakterystyczną cechą dla funkcji tej grupy hormonów [22].

Hormony płciowe w organizmie człowieka pełnią znaczącą funkcję. Według Konturka są klasyfikowane jako hormony nadnerczy, a ich synteza wywodzi się z cholesterolu, który pochodzi z osocza. Poprzez stymulację gruczołów, która odbywa się za pośrednictwem hormonu adrenokortykotropowego (ACTH), następuje aktywacja esterazy, w wyniku czego powstaje wolny

cholesterol. Następnie substrat jest przemieszczany do mitochondriów, gdzie transformuje się w pregnenolon. To właśnie ten steroid jest budulcem hormonów nadnerczy, z którego są one wytwarzane. Do grupy steroidów androgenych zaliczono dehydroepiandrosteron (DHEA), androstendion oraz testosteron. Ten ostatni, najsilniejszy z androgenów, swoje główne źródło powstawania posiada w komórkach Leydiga, tj. komórkach śródmiąższowych jąder. Według Konturka, androgeny, które są wydzielane za pomocą nadnerczy lub gonad, podlegają transportowi krwi w połączeniu z białkami w największym stopniu – połączenie testosteronu z albuminą, bądź  $\beta$ -globuliną tworzy 97% występowania testosteronu we krwi. Jednak przed dotarciem do odpowiednich tkanek, hormon ten przeistacza się częściowo w dihydrotestosteron (DTH). Połączenie DTH z receptorem jest uważane za trwalsze i o wiele skuteczniejsze podczas przekazywania informacji niż połączenie testosteron-receptor [9]. Według Mroczo i Mędrasia, androgen ten jest podatny na przemiany, które modyfikują sygnał hormonalny i jest to uzależnione od rodzaju tkanki oddziałującej [17]. W elementach takich jak tkanka tłuszczowa, tkanka kostna czy jądra, aromataza przekształca testosteron oraz androstendion (jego prekursor) na estradiol. W przypadku tkanek gruczołowych obserwuje się  $5\alpha$ -reduktazę, która znacząco wzmacnia sygnał hormonalny oraz metabolizuje testosteron do dihydrotestosteronu, który jest jego metabolitem. W przypadku owego DTH zaobserwowano nawet 6-krotnie większe powinowactwo z receptorem androgenowym niż w połączeniu wyjściowym. Zjawisko działania  $5\alpha$ -reduktazy jest widoczne w prąciu, prostaty, mosznie, skórze oraz wątrobie. W przypadku mięśni szkieletowych zaobserwowano bezpośrednie połączenie testosteronu z receptorem, stąd wniosek, że  $5\alpha$ -reduktaza w przypadku tej tkanki nie ma miejsca [17].

## Wpływ testosteronu na organizm

### Wpływ testosteronu na układ krwionośny człowieka

Układ krwionośny w organizmie człowieka odgrywa jedną z kluczowych ról. Jego zadaniem jest transport tlenu oraz substancji odżywczych do wszystkich tkanek ciała oraz pomoc w wydalaniu produktów przemiany materii. Ważną funkcją tego układu jest również termoregulacja [4, 30, 31].

Jedną z ważniejszych funkcji układu sercowo-naczyniowego jest transport hormonów dokrewnych do tkanek, na które dany hormon ma oddziaływać. Tak jest również w przypadku testosteronu. Dowiedziono, że hormon ten nie tylko ma wpływ na rozwój płciowy męskiego organizmu, ale również na przemiany anaboliczne i kataboliczne w układzie sercowo-naczyniowym [9]. Rabijewski i Zgliczyński twierdzą, że największe zmiany w układzie sercowym można zaobserwować u mężczyzn w wieku ok. 40 – 79 r.ż., kiedy zachodzi zespół niedoboru testosteronu [23]. Wnioski wysnuto na podstawie pogorszenia się stanu zdrowia grupy kontrolnej. Zdiagnozowano na przykład cukrzycę, podwyższone ciśnienie oraz otyłość. Wykonano badania, które dowiodły, że poprzez uzupełnienie niedoboru testosteronu można opóźnić wyżej wymienione przypadłości determinowane początkiem starości. Poprzez metaanalizę wykazano mniejszą ilość zdarzeń sercowo-naczyniowych, co potwierdza słuszność podawania testosteronu w niedoborze. Zaznaczono jednak, że podana zależność występuje dużo częściej u pacjentów w pierwszym rzucie niedoboru owego hormonu, kiedy jego braki są szacowane na ok. 10 %. Badacze zwracają również uwagę, że podana w badaniach kalkulacja stosunku poziomu testosteronu u osób starzejących się do zdarzeń sercowo-naczyniowych jest uwarunkowana przede wszystkim parametrami organizmu takimi jak morfologia krwi czy próby wydolnościowe, a nie wiekiem badanego [23].

Postawiono tezę utrzymującą, iż testosteron jako hormon wpływający silnie na anabolizm komórek mięśniowych, również działa regeneracyjnie w przypadku naczyń krwionośnych.

Bernadetta Skrzeczyńska

Badania Caminitiego dowiodły, że androgen wykazuje funkcje naprawczą dla śródbłonna naczyń krwionośnych. Wykazano także wpływ odpowiedniego poziomu testosteronu w osoczu, pełni on rolę przeciwzapalną. Ważnym działaniem na korzyść zdrowego układu sercowego jest poszerzenie się naczyń. Udokumentowano także zwiększenie insulinowrażliwości w porównaniu z badanymi z mniejszym stężeniem anaboliku we krwi [21].

Celem również tych badań było poparcie tezy, iż niedobór testosteronu może być przyczyną problemów w układzie krwionośnym człowieka. Badania to potwierdziły i jednocześnie wykazały, że jego nadmiar bywa przyczyną problemów z krzepiwością krwi, które mogą prowadzić do zakrzepów, a w konsekwencji do udarów niedokrwiennych [18,21].

### **Wpływ testosteronu na układ mięśniowo-szkieletowy człowieka**

Do układu mięśniowo – szkieletowego człowieka zaliczono kości, mięśnie, stawy oraz więzadła. Głównym jego celem jest umożliwienie ruchu oraz lokomocji. Wyróżnia się zatem czynny i bierny narząd ruchu [7,16,25].

Badania antropologiczne dowodzą, że szkielet mężczyzny różni się nie tylko kształtem od układu kostnego żeńskiego, ale również wagą, średnio jest o 2 kg cięższy od żeńskiego. Masa kostna wzrasta przede wszystkim w okresie dojrzewania, wskutek wytwarzania większej ilości hormonów płciowych. Z biegiem czasu, kiedy te hormony występują w organizmie w obniżonym stężeniu, zauważa się, iż obie płcie tracą zawartość kostną. W przypadku mężczyzn jest to utrata aż do 30 % istoty gąbczastej i 20 % kości korowej. Różnica między płciami jest zauważalna przede wszystkim w tym obszarze. Misiorowski nadmienia również, że podczas andropauzy bardzo dużą rolę gra szybkość i częstotliwość ubytku owej masy. Zbadano, iż w przypadku liniowego zwiększania się katabolizmu kostnego u mężczyzn starzejących się, rzadziej występują złamania w miejscach typowych dla osteoporozy, tj. w okolicach szyjki kości udowej, dystalnej części

kości promieniowej czy złamania kompresyjne kręgow [3,12,13,14].

Na podstawie badań Jędrzejczaka wykazano, że w przypadku zmian w tkance kostnej spowodowanych starzeniem się organizmu duże znaczenie ma nie tylko poziom testosteronu, ale również estrogenu. Zaznaczono jednak, że z największym spustoszeniem w układzie kostnym boryka się pacjent mający styczność z gwałtownym spadkiem hormonów płciowych. Lekarze, biorąc pod uwagę najnowsze badania w zakresie zależności ubytku kostnego do hormonów płciowych, zlecają badania densytometryczne nie tylko pacjentkom, ale również pacjentom [8].

Korelacja uwydatnionej tkanki mięśniowej i prawidłowej postawy ciała jest w społeczeństwie uważana za synonim młodości oraz zdrowia. Badacze zajmujący się fizjologią sportu oraz regeneracją mięśni analizowali znaczenie testosteronu również w tym przypadku [2]. Badania dowiodły, iż testosteron ma bezpośredni wpływ na powrót do homeostazy mięśni, które były narażone na duży wysiłek [6].

Ustalono, że dostępny testosteron to ok. 3% z wytwarzanego codziennie poziomu tego hormonu. 97% jest ściśle związana z występującymi białkami, natomiast pozostała jego ilość jest dostępna dla tkanek. Ciekawym jest spostrzeżenie, że testosteron ma duży wpływ na regulację stosunku dwóch typów włókien mięśniowych – szybko- oraz wolnokurczliwych, w zależności oraz części ciała. Jest to jednak ściśle związane z reakcją testosteronu i receptora androgenowego. Ważnym punktem w badaniach była intensywność wysiłku. Dowiedziono, że stężenie testosteronu we krwi spada, jeśli wysiłek się wydłuża, a jego intensywność maleje. Szczególnie zbadano podległość stężenia w pierwszych fazach treningu przygotowawczego kajakarzy oraz podczas przygotowań bezpośrednich tuż przez startem. Zaobserwowano spadek testosteronu, podczas gdy organizm zdążył się zaadoptować do wzmożonego wysiłku poprzez nawykowe treningi o wysokiej intensyfikacji. Wyszło na tej podstawie wniosek, iż zwiększone stężenie hormonu androgenowego jest obserwowane szczególnie u osobników wykonujących regularnie trening

siłowo – wytrzymałościowy o długości mniejszej niż 60 min [19].

### **Wpływ iniekcji testosteronu na zmiany w zachowaniu człowieka**

Testosteron, oprócz funkcji kształtowania cech fizycznych mężczyzny, odgrywa dużą rolę w przemianach na tle psychicznym. Szybki wzrost jego stężenia we krwi w okresie dojrzewania decyduje o tym, że chłopiec zmienia swoje zachowanie. Modyfikacjom podlega także jego psychika. Mężczyzna stara się zapewnić swoim genom przedłużenie, stąd pełna gotowość do rozplodu zauważana pod koniec okresu dojrzewania. Instynktownie szuka partnerki o preferowanych przez siebie cechach oraz takich, które będą recesywne w stosunku do jego własnych [10].

Badania dotyczące korelacji pomiędzy stężeniem testosteronu a agresją potwierdzają tę zależność na podstawie obserwacji grup więźniów. Zauważono zachowania agresywne wśród pań odbywających karę pozbawienia wolności, a następnie badano ich poziom hormonu androgenowego. Dla porównania utworzono grupę kontrolną niewykazującą działań agresywnych, których również objęto badaniami w zakresie stężenia testosteronu we krwi. Potwierdzono tezę, która utrzymywała, że większy poziom testosteronu jest zauważalny we krwi wśród kobiet o agresywnych zachowaniach w porównaniu do spokojnych współwięźniarek. Zaobserwowano również zależność pomiędzy zachowaniem a wiekiem postmenopauzalnym. Kobiety odbywające karę, a znajdujące się na takim stadium rozwoju organizmu żeńskiego, nie wyróżniały się niepokojącym zachowaniem. Na tej podstawie wysnuto wniosek, iż jeśli poziom testosteronu spada znacząco o czasie okołomenopauzalnym, to wygaszają się zachowania o agresywnym podłożu [21].

Podobne obserwacje poczynił Vetulani w przypadku mężczyzn, jednak w dużo wyższym stopniu działań agresywnych. Badano poziom hormonu androgenowego u ponad 4 tys. mężczyzn poprzez wymaz z jamy ustnej. Podejmujący to badanie doszli do ciekawych wniosków. Na ich podstawie zobrazowano mężczyznę o wyższym stopniu

androgeny jako osobnika podejmującego zachowania dużo bardziej agresywne niż osoba o mniejszym stężeniu testosteronu. Częściej odbywali oni również stosunki płciowe, co potwierdziła liczba partnerek seksualnych. Co więcej, badani, którzy mieli tendencje do zażywania substancji psychoaktywnych również odznaczali się wyższym poziomem tego hormonu. Takie tendencje również zaobserwowano w wynikach badań u mężczyzn sprawiających problemy wychowawcze w placówkach edukacyjnych czy odbywających służbę wojskową. Podobne badania wykonano wśród grupy przedszkolnej. W tym przypadku również badający potwierdzili, że poziom testosteronu jest zależny od zachowań dzieci. Stężenie hormonu androgenowego badane w ślinie dziecka jest proporcjonalne do wykazywanego przez niego agresywnego zachowania [33].

Badaniem korelacji pomiędzy poziomem testosteronu a zachowaniem zajęli się również holenderscy badacze z uniwersytetu w Utrechcie. Zaobserwowano chęć dominacji społecznej u osobników z wyższym stężeniem tego hormonu. Emocje jednak były ściśle związane z poziomem serotoniny, czyli tzw. „hormonu szczęścia”. W przypadku obniżenia poziomu serotoniny zachowanie było bliższe agresywnemu, natomiast w przypadku podniesienia się stężenia tej aminy wraz z testosteronem obserwowano chęć dominacji. Badani z podwyższonym stężeniem chętniej występowali publicznie oraz wykazywali się większą pewnością siebie [28].

### **Wpływ testosteronu na układ rozrodczy człowieka**

Układy rozrodcze męski i żeński pełnią wielką rolę, bo dzięki nim powstaje nowe życie. U ssaaków dochodzi do zapłodnienia poprzez wytworzenie zygoty, czyli połączenia się komórki jajowej z plemnikiem. Wewnętrzne narządy płciowe męskie są ulokowane w miednicy mniejszej i zaliczono do nich nasieniowód, jądra (gonady męskie) z najądrzami, cewkę moczową, przewód wytryskowy i gruczoły: opuszkowo-cewkowe, pęcherzykowo-nasienne oraz gruczoł krokowy zwany prostatą [26].

---

Bernadetta Skrzeczyńska

---

Zewnętrzny układ rozrodczy męski tworzy prącie wraz z moszną. Komórkami rozplodowymi w tym układzie są plemniki, które są wytwarzane w jądrach. Proces wytwarzania tych komórek nazwano spermatogenezą. Jego początek zauważa się w okresie pokwitania [9]. Dzieli się go na trzy fazy trwające w sumie około 74 dni: spermatogenezę, w której obserwuje się podziały mitotyczne, spermatocytogenezę – widoczne są podziały mejotyczne oraz spermatomiogenezę, w której zauważalne są przeobrażenia spermatytu w plemniki. Początek całego procesu ma swoje miejsce w kanalikach plemnikotwórczych znajdujących się w jądrach. Oprócz komórek, które w czasie spermatogenezy będą przeistaczały się w plemniki, znajdują się tam również komórki Sertoliego, mające funkcje odżywcza, ale również tworzą barierę krew – jądro chroniącą przed działaniami mutagennymi i nieprawidłowym wpływem układu immunologicznego. W całym tym procesie jest również miejsce dla testosteronu. Pomiędzy kanalikami plemnikotwórczymi występuje tkanka śródmiąższowa. To w niej występują komórki Leydiga wydzielające hormony androgenowe. Tam więc swój początek ma testosteron. Coraz częściej w poradniach andrologicznych i urologicznych spotyka się zlecenia na pomiar poziomu testosteronu we krwi u mężczyzn, mających problem z nieprawidłowym funkcjonowaniem układu rozrodczego, w szczególności funkcji seksualnych. Lekarze często po wywiadzie lekarskim i sprawdzeniem badań decydują się na suplementację testosteronu skojarzonego z inhibitorami PDE-5 [20].

Testosteron w organizmie człowieka odgrywa rolę hormonu maskulinizującego. Jako główny hormon androgenowy odpowiedzialny jest za kształtowanie się cech męskich w życiu płodowym. Dodatkowo w okresie prenatalnym pełni on funkcję substancji pobudzającej produkcję pęcherzyków nasiennych i prostaty. Hormon maskulinizujący odpowiada także za rozwój cech płciowych pierwszorzędowych, do których należą jądra i drugorzędnych, do których zaliczono prącie, nasieniowody oraz mosznę.

W okresie adolescencji testosteron jest głównym czynnikiem kształtowania się męskiej fizjonomii chłopca. Zauważono, że hormon

androgenowy swoje apogeum poziomu stężenia we krwi osiąga ok. 20 roku życia. Dodatkowo testosteron w odpowiednim czasie dojrzewania odpowiada za wykształcenie się trzeciorzędowych cech płciowych, czyli zakończenie zrostu kostnego, rozwój muskulatury i rysów twarzy charakterystycznych dla męskiej fizjonomii. Zauważa się powiększenie prącia oraz zwiększenie częstotliwości erekcji [16].

Poziom stężenia hormonu androgenowego jest ściśle związany z ciśnieniem wśród ciał jamistych w jądrach, które jest wyznacznikiem poczucia pociągu seksualnego do innych osobników [29].

Hormon androgenowy ma swoje zastosowanie nie tylko w męskim układzie rozrodczym. Obserwuje się dziesięciokrotnie mniejszą ilość w stężeniu testosteronu u kobiet w porównaniu do organizmów męskich, jednak jest on zauważalny. Fizjologiczny poziom androgenu w surowicy żeńskiej krwi oscyluje między 0,7 a 3,0 nmol/l. Dodatkowo jego wytwarzanie ma swoje źródło w jajnikach, nadnerczach i bazuje na konwersji obwodowej pochodzącej z innych hormonów.

W przypadku kobiet starających się o potomstwo podwyższenie tego hormonu jest niepożądane. W okresie postmenopauzalnym, kiedy wszystkie hormony przechodzą w stan swoistego uspienia, androsteron również znajduje się w obniżonym stężeniu i powoduje braki energetyczne oraz spadek libido [11].

Przeprowadzono badania dotyczące pań borykających się z problemem zespołu policystycznych jajników na tle poziomu androgenu w surowicy. Bazując na zestawieniu Rudnickiej zauważono, iż jego poziom jest większy niż u pań z grupy kontrolnej, które nie posiadają tak dużego poziomu testosteronu oraz skróconego cyklu miesiączkowego [24].

## Podsumowanie

Istnieje również wiele badań, które zajmują stanowisko w twierdzeniu o bardzo znikomej lub żadnej zależności pomiędzy poziomem hormonu androgenowego a zmianami w organizmie żeń-

skim. Jedne z nich zajęły się obserwacją ok. 400 kobiet, u których mierzono poziom glukuronidu androsteronu, który jest substratem metabolizowania wszelkich androgenów. Glueck i wsp., nie doszukai się korelacji pomiędzy stężeniem testosteronu a stężeniem glukuronidu, jednak doświadczenie jeszcze trwa [5]. Inne badanie potwierdziło brak różnicy w stężeniach testosteronu w surowicy na 4 lata przed menopauzą i 2 lata po niej. Jednak w przypadku pań, które przeszły menopauzę naturalną czy chirurgiczną i borykały się z problemami natury seksualnej, zastosowano plastry z testosteronem, wydzielające 300 µm tego hormonu. Grupa kontrolna była objęta badaniem z plastrami placebo. U pań posiadających suplementację androsteronową przyklejoną do skóry, zauważono zwiększony trądzik oraz owłosienie typowe dla miejsc męskich, tzw. hirsutyzm, w przeciągu 6 miesięcznej obserwacji. Na podstawie obszernych badań stwier-

dzono, że problem poziomu w stężeniu testosteronu w surowicy krwi jest jednak ważny. Problem zmniejszonych androgenów w surowicy powiązано także z takimi przypadłościami reumatoidalnymi jak reumatoidalne zapalenie stawów czy toczeń rumieniowaty, ale również symptomami: zmniejszonym libido, problemami z pamięcią czy też stanami depresyjnymi. Dodatkowo, w przypadku obniżenia stężenia hormonu androgenowego w surowicy, zauważalne są duże spadki masy kostnej i mięśniowej [5].

Badania Gulecka i wsp., dotyczące sprawdzenia poziomu androgenu u pań po okresie menopauzy naturalnej bądź owariektomii wykazały korelacje pomiędzy pozostawieniem jajników a produkcją testosteronu w nich, nawet po wygaśnięciu ich działania. W przypadku kobiet objętych zabiegiem owariektomii należało suplementować ich gospodarkę hormonalną glikokortykosteroidami [31].

## Piśmiennictwo

1. Bilikiewicz A. Psychiatria: podręcznik dla studentów medycyny. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie; 2011.
2. Durkalec-Michalski K. Ocena wpływu suplementacji kwasem beta-hydroksy-beta-metylomastłowym (HMB) na wskaźniki wydolności fizycznej zawodników wybranych dyscyplin sportowych. Rozprawa doktorska. Poznań: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; 2012
3. Caminiti M, Volterrani M, Iellamo F, Marazzi G, Massaro R, Miceli M, Mammi C, Piepoli M, Fini M, Rosano GM. Effect of long-acting testosterone treatment on functional exercise capacity, skeletal muscle performance, insulin resistance, and baroreflex sensitivity in elderly patients with chronic heart failure a double-blind, placebo-controlled, randomized study. *J Am Coll Cardiol* 2009; 1; 54(10): 919–927.
4. Ganong W E. Fizjologia. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2011.
5. Glueck C, Bowe D, Valdez A, Wang P. Thrombosis in three postmenopausal women receiving testosterone therapy for low libido. *Women's Health* 2013;158: 405–410.
6. Herbst KL, Bhasin S. Testosterone action on skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2004; 7(3): 271–277.
7. Ignasiak Z. Anatomia układu ruchu. Wrocław: Elsevier Urban & Partner; 2007.
8. Jędrzejczak P, Serdyńska M. Hormony płciowe a osteoporoza u mężczyzn. *Terapia* 2005; 2(162): 24–26.
9. Konturek S. (red.). Fizjologia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wrocław: Elsevier Urban & Partner; 2007.
10. Łukasiewicz M, Lew-Starowicz Z., Bińkowska M., Androgeny i seksualność kobiet. *Prz Menopauz* 2009; 3(8): 161–164.
11. Maciejewska T, Trzciński P. Zachowania ryzykowne podejmowane przez mężczyzn zagrożonych bigoreksją. *Rocz Lub* 2014; 1(40): 145–154.
12. Mędraś M, Józków P. Zastosowanie testosteronu i steroidów androgenno-anabolicznych w sporcie. *Endokrynol Pol* 2009; 3(60): 204–209.
13. Mędraś M. Leczenie testosteronem. Wrocław: MedPharm Polska; 2013.

---

Bernadetta Skrzeczyńska

---

14. Misiorowski W. Osteoporoza u mężczyzn. *Geriatrics* 2007; 1: 30–36.
15. Morawin B. Rola testosteronu w regeneracji po wysiłku fizycznym. *Rocz Lub* 2014;1(40): 95–105.
16. Narkiewicz O, Moryś J. Anatomia człowieka: podręcznik dla studenta. Tom I. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2010.
17. Mroczko B, Mędraś M. Niektóre problemy związane z oznaczaniem testosteronu, *Endokrynol Pol* 2007; 5: 440–445.
18. Neumister B, Besenthal I, Böhm BO. Diagnostyka laboratoryjna. Wrocław: Elsevier Urban& Partner; 2013.
19. Newton D. Steroids and doping in sports: a reference handbook. Santa Barbara, California, USA: ABC-CLIO; 2014.
20. Nieschlag E, Behre HM, Nieschlag S. Testosterone: action, deficiency, substitution. New York: Cambridge University Press; 2012.
21. Oniszczenko W. Genetyka osobowości: krótki przegląd najnowszych badań. *Neuropsychiatr Neuropsychol* 2011;6: 113–119.
22. Pasternak K. Biochemia. Podręcznik dla studentów medycznych studiów licencjackich. Lublin: Czelej; 2005.
23. Rabijewski M, Zgliczyński W. Etiopatogeneza, rozpoznawanie i leczenie hipogonadyzmu u mężczyzn. *Endokrynol Pol* 2009; 3(60): 222–233.
24. Rudnicka E, Kmiński M, Radanicki S. Stężenie hormonów androgenowych oraz 17-hydroksyprogesteronu w surowicy krwi a wzorzec miesiączkowania u pacjentek z zespołem policystycznych jajników. *Ginekol Pol* 2010; 81: 745–749.
25. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometeusz. Atlas anatomii człowieka. Wrocław: MedPharm Polska; 2015.
26. Sheffield-Moore M, Urban RJ, Wolf SE, Jiang J, Catlin DH, Herndon DN, Wolfe RR, Ferrando AA. Short-term oxandrolone administration stimulates net muscle protein synthesis in young men. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84(8): 2705–2711.
27. Sulikowski M. Hematokryt, testosteron oraz EPO- a wyniki sportowe. serwis potreingu.pl [dostęp 26/07/2017] <http://potreingu.pl/articles/3246/hematokryt-testosteron-oraz-epo---a-wyniki-sportowe/page/1>.
28. Terburg D, Aarts H, van Honk J. Testosterone affects gaze aversion from angry faces outside of conscious awareness. *Psychol Sci* 2012; 3(5): 459–463.
29. Tirabassi G, Delli Muti N, Corona G, Maggi M, Balercia G. Influence of androgen receptor gene CAG polymorphism on sexual function recovery after testosterone therapy in late-onset hypogonadism. *J Sex Med* 2015; (12)2: 381–388.
30. Traczyk WZ, Trzebski A. (red.). Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2007.
31. Tkaczuk-Włach J, Sobstyl M, Jakiel G. Androgeny u kobiet pomenopauzalnych, *Prz Menopauz* 2013; 2: 180–184.
32. WADA. The World Anti-Doping Code. The 2009 Prohibited List International Standard. Serwis wadaama.org, [dostęp 29/07/2017], [http://www.wada-ama.org/rtecontent//document/2009\\_Prohibited\\_List\\_ENG\\_Final\\_20\\_Sept\\_08.pdf](http://www.wada-ama.org/rtecontent//document/2009_Prohibited_List_ENG_Final_20_Sept_08.pdf)
33. Vetulani J. Neurochemia impulsywności i agresji. *Psychiatr Pol* 2013;1: 103–115.