

Szkodliwy wpływ długotrwałego stresu na stan układu ruchu

Bartosz Bagrowski

DOI: 10.24131/3247.180302

Streszczenie:

Czynniki psychologiczne mogą wpływać negatywnie na stan budowy anatomicznej oraz fizjologicznej organizmu. Przykładem takiego działania jest niekorzystny wpływ stresu na stan układu ruchu. Długotrwałe przeżywany stres może odznaczać się niekorzystnie na kościach oraz mięśniach. Ważne jest nie tylko leczenie, ale także profilaktyka, której najważniejszym punktem jest niepodatność na czynniki stresogenne.

Słowa kluczowe: kortyzol, stres, układ ruchu, metabolizm, hormony, mięśnie

otrzymano: 20.08.2018; przyjęto: 13.03.2018; opublikowano: 31.08.2018



Bartosz Bagrowski:
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Koninie
- Wydział Kultury Fizycznej i Ochrony Zdrowia

Wstęp

Stres jest stanem, który towarzyszy niemal każdemu. Niektórzy odczuwają go epizodycznie, inni – prawie cały czas. Codzienne zabieganie i przyspieszony tryb życia powodują, że stres jest znakiem obecnych czasów. Prawdopodobnie dlatego w ostatnim czasie coraz częściej mówi się o kortyzolu, a właściwie hydro-

kortyzonie. Jest to spowodowane najprawdopodobniej tym, że nazywany jest on hormonem stresu. Wiadomo, że w stanach wysokiego poziomu stresu, hydrokortyzon uwalniany jest w bardzo dużej ilości. Ma to nakłonić organizm do działania. Hormon ten produkowany jest przez korę nadnerczy. Kortyzol należy do grupy glikokortykosteroidów i wywiera szeroki wpływ na organizm. Podwyższa poziom glukozy we krwi, działa przeciwzapalnie oraz odpowiada za zatrzymywanie soli w organizmie. Niestety przewlekłe podwyższenie jego poziomu może mieć niepożądane konsekwencje. W tym artykule omówione zostanie działanie hydrokortyzonu oraz analiza konsekwencji jego długotrwałego oddziaływania na organizm. Szczególnie podkreślone zostaną konsekwencje nadmiaru kortyzolu dla układu ruchu – biernego oraz czynnego.

Hydrokortyzon (kortyzol)

Wydzielanie oraz funkcja

Hydrokortyzon jest hormonem steroidowym wytwarzanym i wydzielanym przez korę nadnerczy. Od innych hormonów steroidowych różni się tym, że należy on do grupy glikokortykosteroidów, czyli steroidów, które mają wpływ na poziom glukozy w krwi. Jego wydzielanie, ale także sama synteza są pod ścisłą kontrolą ACTH, czyli hormonu adrenokortykotropowego, który jest wydzielany przez przysadkę mózgową. Kortyzol w dużej mierze występuje w postaci związanej z białkami, jest wówczas nieaktywny, natomiast forma aktywna to wolne cząsteczki hydrokortyzonu. Wszelkie sytuacje stresowe pobudzają organizm do uwalniania większej ilości tego hormonu niż dzieje się to w warunkach wolnych od czynników stresowych. Hormon ten odpowiada za ogólną gotowość do działania, dlatego jego stężenie we krwi jest wyższe po przebudzeniu niż przed snem. W pobudzaniu organizmu współdziała z hormo-

nami rdzenia nadnerczy, należącymi do grupy katecholamin, czyli amin katecholowych, takimi jak epinefryna (adrenalina) oraz norepinefryna (noradrenalina), które są hormonami walki i ucieczki. W warunkach laboratoryjnych katecholaminy reagują chemicznie z solami kwasu chromowego. Jest to proces barwienia pobranej tkanki przed obserwacją mikroskopową. Ze względu na tę właściwość katecholamin, komórki, które je produkują, nazywa się komórkami chromochłonnymi rdzenia nadnerczy (Januszewicz i wsp., 2000). Podsumowując, to hydrokortyzon (obok katecholamin) jest hormonem, który w szczególności odpowiada za reakcję organizmu na bodźce stresowe.

Hormon stresu

Hydrokortyzon jest głównie utożsamiany ze stresem, ponieważ jego stężenie jest najwyższe właśnie w reakcji na czynniki stresogenne. Jego działanie sprawia, że zwężają się naczynia krwionośne, a rytm serca ulega przyspieszeniu, przez co wzrasta ciśnienie tętnicze krwi. Kortyzol pobudza glukoneogenezę, przez co wpływa na wzrost stężenia glukozy we krwi. Oprócz tego, uwalnia wapń z kości, dzięki czemu mięśnie kurczą się prawidłowo. Wszystkie te czynniki mają przygotować i zmobilizować organizm do działania lub ucieczki. Oprócz tego, hormon ten wykazuje także działanie przeciwzapalne i immunosupresyjne oraz wpływa na gospodarkę białkową, a także wodno-elektrolitową, ponieważ odpowiada za zatrzymywanie jonów sodu w organizmie. Kortyzol działa na niemal wszystkie tkanki organizmu. Hydrokortyzon (razem z aminami katecholowymi) jest odpowiedzialny za odpowiedź organizmu na tak zwany stresor, czyli czynnik stresowy. Niestety odbywa się to kosztem innych procesów, które zachodzą w organizmie. Dlatego też długotrwały stres, a w konsekwencji przewlekły nadmiar kortyzolu oraz katecholamin, jest szkodliwy dla organizmu (Kłósek, 2016).

Szkodliwe działanie hydrokortyzonu dla organizmu

Zbyt wysoki poziom kortyzolu w organizmie może być spowodowany wieloma czynnikami. Do najczęstszych należą: nadmiar kofeiny, niedobór snu oraz infekcje wirusowe (w odpowiedzi na zapalenie wirusowe wydzielany jest hydrokortyzon). Najczęstszą jednak przyczyną nadmiaru kortyzolu jest trauma oraz stres.

Układ sercowo-naczyniowy

Hydrokortyzon sprawia, że naczynia krwionośne są bardziej podatne na działanie epinefryny, która działając na receptory α -adrenergiczne powoduje skurcz naczyń krwionośnych. Naczynia krwionośne pozwalają na przepływ krwi, która jest tkanką odpowiedzialną a transport substancji odżywczych do wszystkich komórek ciała. W przypadku zwężenia się naczyń krwionośnych, tkanki są mniej odżywione oraz w mniejszym stopniu dotlenione. W efekcie działania kortyzolu rytm serca ulega przyspieszeniu, co w połączeniu z skurczonymi naczyniami krwionośnymi, powoduje znaczne zwiększenie ciśnienia tętniczego krwi. W dłuższej perspektywie może być to przyczyną przewlekłego nadciśnienia tętniczego krwi. Objawia się ono najczęściej bólami oraz zawrotami głowy, jednak równie znaczącą konsekwencją zwiększonego ciśnienia tętniczego są zaburzenia w transporcie przez krew substancji istotnych organicznie, co jeszcze bardziej wzmacnia wspomniany wcześniej efekt niedożywienia oraz hipoksji tkanek. Nadciśnienie tętnicze może mieć charakter stały lub napadowy, a także może mu towarzyszyć tachykardia, czyli kołatanie serca. W przypadku bólu głowy wywołanego nadciśnieniem napadowym, po nagłym napadzie bólu następuje z reguły nagłe znużenie i wyczerpanie ze względu na zmęczenie.

Nadmiar kortyzolu, oraz w głównej mierze katecholamin, może wpływać na zaburzenia układu adrenergicznego, a w konsekwencji innych mechanizmów współczulnych, co u niektórych osób może się objawiać hipotonią ortostatyczną, czyli gwałtownymi spadkami ciśnienia tętniczego krwi podczas przyjmowania pozycji pionowej. Katecholaminy wpływają także na mięsień sercowy. Ich nadmiar może powodować zmiany o typie kardiomiopatii i powiększenia rozmiarów serca. Często są zaburzenia rytmu serca oraz występowanie skurczu dodatkowego (ekstrasystole) w cyklu pracy serca. Czasami pojawiają się także zastoje w krążeniu płucnym oraz migotanie przedsionków oraz zmiany naczyniowe objawiające się mrowieniem i drętwieniem kończyn.

Działanie hormonów nadnerczy, czyli hormonów odpowiedzialnych za odpowiedź na czynniki stresowe, jest więc bardzo szerokie w przypadku układu sercowo-naczyniowego (Górski, 2010).

Układ immunologiczny

Immunosupresja, która także jest warunkowana m.in. przez hydrokortyzon, jest procesem hamowania wytwarzania przeciwciał i komórek odpornościowych. Ma to za zadanie przeciwdziałać alergiom oraz autoagresji w postaci chorób autoimmunologicznych. Jednakże nieprawidłowo działający mechanizm immunosupresji może skutkować brakiem odpowiedzi odpornościowej ze strony organizmu na atakujące go patogeny. Dzieje się tak, ponieważ długotrwała immunosupresja hamuje reakcje immunologiczne. Immunosupresja spowodowana długotrwałym podwyższonym stężeniem kortyzolu sprawia, że zmniejsza się liczba limfocytów, przez co poziom odporności organizmu wyraźnie spada. Organizm staje się bardziej podatny na różnego rodzaju infekcje. Zaburzony może być wówczas także naturalny mechanizm obronny organizmu, jakim jest gorączka oraz anapireksja (stan obniżenia tempe-

ratury ciała w odpowiedzi na czynnik chorobotwórczy; odwrotnie niż w przypadku gorączki), przez co patogen atakujący organizm może wyrządzić jeszcze większe szkody.

Równowaga osmotyczna

Jak wspomniano wcześniej, kortyzol wpływa też na gospodarkę wodno-elektrolitową poprzez zatrzymywanie jonów sodu w organizmie. Sód odpowiada za ciśnienie osmotyczne płynów krążących w ustroju, ale także wpływa na uwodnienie koloidów w komórkach. Zwiększone jego stężenie nakłania organizm do zatrzymywania większej ilości wody w celu utrzymania równowagi osmotycznej. Efektem długotrwałego podwyższonego stężenia sodu spowodowanego działaniem kortyzolu jest tworzenie się obrzęków.

Za gospodarkę wodną odpowiada także obecność znacznych ilości glukozy. Taki stan jest powodem odczuwania zwiększonego pragnienia, przez co spożywa się znacznie więcej wody niż wymaga tego organizm. Zwiększone spożywanie płynów jeszcze bardziej nasila proces powstawania obrzęków, a także znacznie przyspiesza produkcję moczu, przez co obciąża nerki, które nieustannie muszą spożywane płyny filtrować. Podsumowując, kortyzol wpływa także bardzo silnie na zawartość wody oraz minerałów w organizmie.

Układ nerwowy

Wspomniano już wcześniej, że hydrokortyzon oraz katecholaminy wpływają na układ nerwowy poprzez działanie układu adrenergicznego. Hormony rdzenia nadnerczy oraz kortyzol wpływają zarówno na ośrodkowy, jak i obwodowy układ nerwowy. W obwodowym układzie nerwowym zauważalne są takie zmiany jak drżenia oraz zaburzenia czucia. W ośrodkowym układzie nerwowym zauważa się występowanie parestezji,

zaburzeń widzenia oraz uczucia niepokoju czy drgawek. Duże stężenie wspomnianych hormonów może wpływać na korę przedczołową płata czołowego, pobudzając do agresji. Opisane symptomy są bardzo często obserwowane u osób, którym towarzyszy nadmierny i długotrwały stres. Należy jednak zauważyć, że każdy organizm reaguje w inny sposób – u pewnych osób może wystąpić wspomniana nadmierna agresja, a u innych niepokój czy inne symptomy.

Metabolizm

Długotrwały podwyższony poziom hydrokortyzonu powoduje także szereg zaburzeń metabolicznych, ponieważ wpływa na gospodarkę białkową, lipidową oraz węglowodanową. Jego działanie przejawia się głównie w indukowaniu glikogenolizy (rozpadu glikogenu) oraz glukoneogenezy z powodu podwyższonego zapotrzebowania na glukozę w sytuacji stresowej. Glukoneogeneza jest powodem rozpadu tłuszczów oraz białek, aby produkty ich rozpadu – glicerol oraz aminokwasy – mogły być przekształcone w glukozę. Niestety w wyniku rozpadu tłuszczów powstają ciała ketonowe, a wyniku rozpadu białek – związki azotu, takie jak amoniak oraz mocznik. Związki te są toksyczne dla organizmu, dlatego też zwiększony rozpad tłuszczów oraz białek jest niebezpieczny.

Glikogenoliza oraz glukoneogeneza są ważnymi procesami w pozyskiwaniu znacznej ilości glukozy, która – jak wcześniej wspomniano – jest niezbędna w sytuacji stresowej. Nieustanne podwyższanie stężenia glukozy grozi wystąpieniem jej nadmiaru. Fizjologiczną odpowiedzią organizmu na nadmiar glukozy jest wytwarzanie przez komórki β trzustki większej ilości insuliny. Naturalną reakcją tkanek na długotrwałe i masowe działanie insuliny jest wytworzenie insulinooporności, która może być bezpośrednią przyczyną cukrzycy typu II, czyli cukrzycy insulinoniezależnej. Oporność na

działanie insuliny powoduje mniejsze wchłanianie glukozy, przez co organizm próbuje zdobyć jej jeszcze więcej nasilając glikogenolizę oraz glukoneogenezę (Rys. 1). W ten sposób niekorzystne działanie wysokiego poziomu glukozy jeszcze bardziej się nasila (Waśko-Czopnik, 2017).

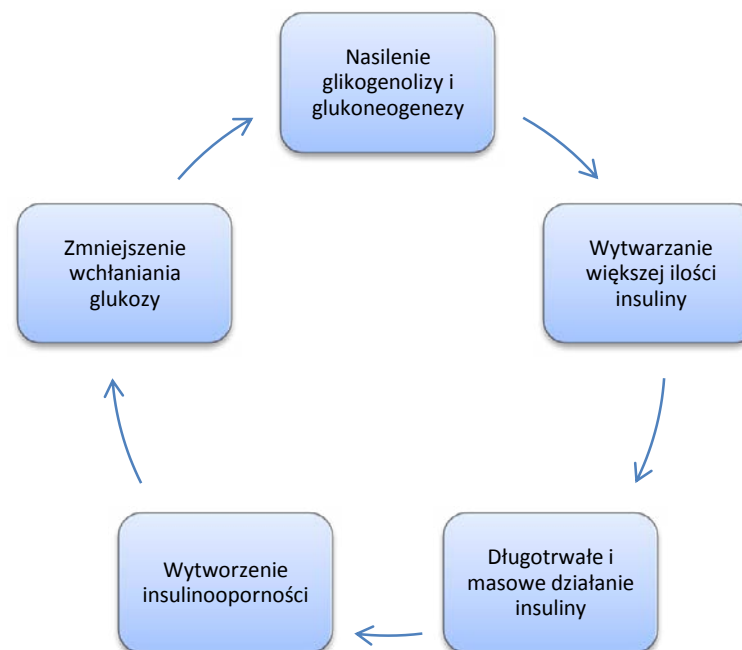
Negatywny wpływ kortyzolu na aparat ruchu

Długotrwałe podwyższony poziom hydrokortyzonu w organizmie powoduje wiele uszkodzeń w układzie ruchu, zarówno biernego jak i czynnego (Rys. 2). Kortyzol mobilizuje organizm do działania i reakcji ucieczki, zapewniając mięśniom dużą ilość wapnia oraz glukozy. Składniki te są niezbędne, aby mięśnie były w gotowości do działania. Niestety organizm w sytuacji stresowej pozyskuje wapń oraz glukozę w przebiegu mecha-

nizmu, który nie do końca jest bezpieczny dla całego ustroju, zwłaszcza dla samego układu ruchu.

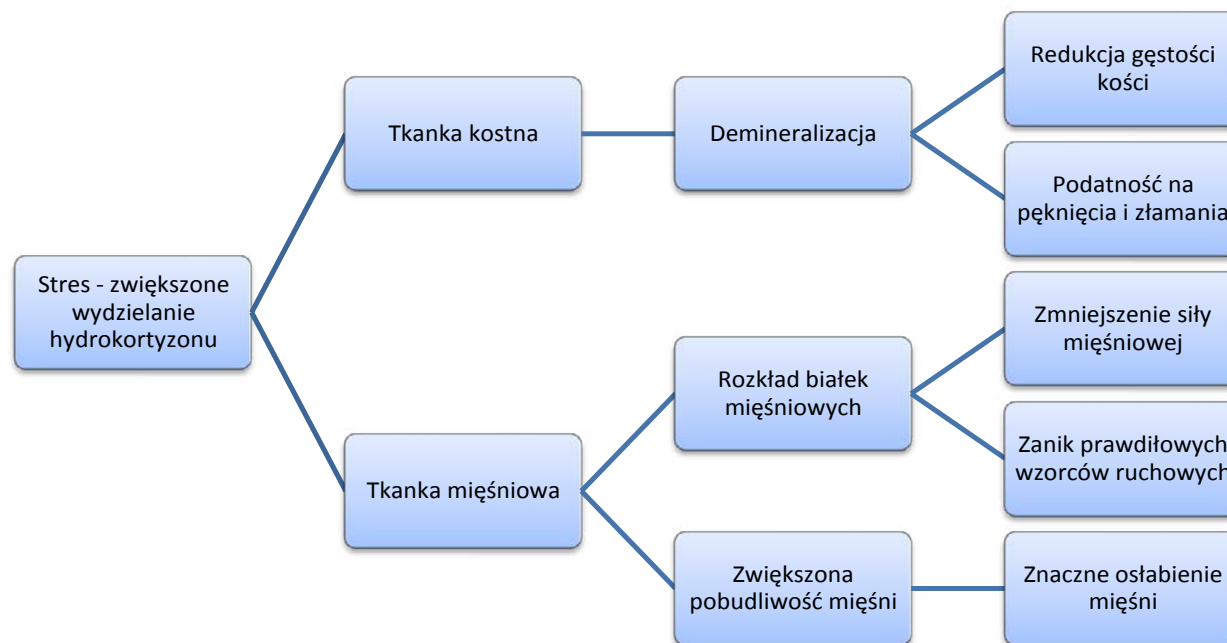
Rozkład białek mięśniowych

Jak wcześniej wspomniano, glukoza pozyskiwana jest m.in. w procesie glukoneogenezy. Jest to enzymatyczny proces, który polega na przekształcaniu w glukozę innych substancji mających duże znaczenie biologiczne, takich jak glicerol, kwas mlekowy, czy aminokwasy. Glicerol pochodzi z rozpadu tłuszczów, kwas mlekowy jest produktem procesów beztlenowych, a aminokwasy pozyskiwane są z rozpadu białek pochodzących z mięśni, co jest bardzo niekorzystne dla całego czynnego układu ruchu. Proces rozkładu białek mięśniowych skutkuje znacznymi ubytkami tkanki mięśniowej, a konsekwencją takiego działania może być osłabienie siły mięśni z powodu zmniejszenia ich rozmiarów.



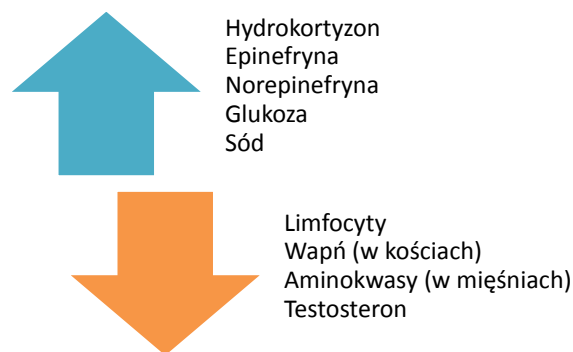
Rys. 1. Cykl niekorzystnego działania nadmiaru glukozy

Źródło: oprac. własne.



Rys. 2. Działanie hydrokortyzonu na układ ruchu.

Źródło: oprac. własne.



Rys. 3. Odpowiedź organizmu na stres.

Źródło: oprac. własne.

Ubytki tkanki mięśniowej mogą powodować upośledzenie czynności poszczególnych mięśni, co w konsekwencji prowadzi nie tylko do braku funkcjonalności, ale także do zaników prawidłowych wzorców ruchowych. Mogą się wówczas pojawiać mechanizmy samoistnej kompensacji, która w przeciwieństwie do kompensacji ukierunkowanej jest nieprawidłowa i niekorzystna, prowadząca do patologii całej motoryki. Mechanizm samoistnej kompensacji jest szczególnie niebezpieczny dla dzieci, ponieważ nie mają one jeszcze wykształconych wszystkich prawidłowych wzorców ruchowych (Zembaty, 2003).

Jednakże długotrwały stres jest niebezpieczny dla osób w każdym wieku, ponieważ zmiany metaboliczne wywołane przez hydrokortyzon działają niekorzystnie

na aparat ruchu zarówno dopiero się kształtujący, dojrzwały i na taki, który już zaczął ulegać procesom inwolucyjnym.

Ubytki kostne

Aby zwiększyć pobudliwość mięśni, kortyzol uwalnia wapń z kości. Wapń jest bardzo ważnym składnikiem tkanki kostnej, który jest przez nią absorbowany dzięki kalcytoninie, która jest z kolei hormonem wytwarzanym przez komórki okołopęcherzykowe gruczołu tarczowego, czyli tarczycy. Wapń odpowiada za gęstość mineralną kości, co przekłada się na ich twardość i wytrzymałość. W sytuacji stresowej hydrokortyzon uwalnia wapń z kości, aby dostarczyć go mięśniom. Taki stan rzeczy niestety jest bardzo niekorzystny dla kości ze względu ich demineralizację, a w konsekwencji ubytki kostne. Gęstość mineralna kości ulega wówczas znacznej redukcji. W konsekwencji może to być przyczyną wczesnej osteoporozy, czyli zrzesotnienia kości. Predysponuje to do większej podatności na pęknięcia oraz złamania kości.

Podatność na złamania kości w połączeniu z dysbalansem mięśniowym spowodowanym zanikami tkanki mięśniowej, może prowadzić do znacznie szybszych złamań, a później nieprawidłowych zrostów kostnych, co w konsekwencji skutkuje zaburzeniami funkcjonalności całego układu mięśniowo-szkieletowego.

Sód a kości i mięśnie

Tak jak było już wspomniane, kortyzol zatrzymuje jony sodu w organizmie. Kationy te odpowiadają nie tylko za ciśnienie osmotyczne, ale także za utrzymanie potencjału czynnościowego błon komórkowych oraz za przewodzenie impulsów nerwowych w synapsach, również w synapsach nerwowo-mięśniowych. W przypadku nadmiaru sodu może wystąpić nadmierne pobudzenie nerwów, a w konsekwencji także mięśni przez

nie kontrolowanych. Dzieje się tak, ponieważ wówczas zachwiana jest równowaga sodowo-potasowa, czyli stan, w którym kationów obu tych pierwiastków powinno być na tyle dużo, aby potencjał błon komórkowych był odpowiedni. Mięśnie pobudzane są także przez wcześniej wspomniany nadmiar glukozy, który jest nieodłącznym elementem działania kortyzolu. Taki stan, w połączeniu z odwodnieniem spowodowanym także nadmiarem sodu (częste oddawanie moczu, zatrzymywanie wody w tkankach innych niż mięśnie), jest przyczyną znacznego osłabienia mięśni. Sód powoduje także zwiększone wydalanie wapnia z moczem, dlatego też uwalnianie go z kości jest jeszcze bardziej intensywne, aby zachować pożądanego poziomu.

Testosteron

Dodatkowo u mężczyzn hydrokortyzon niejako konkuruje z testosteronem, który jest typowo męskim hormonem odpowiedzialnym za przyrost masy mięśniowej w wyniku procesów anabolicznych. Testosteron indukuje procesy biosyntezy białek mięśniowych, dzięki czemu aminokwasy krążące w ustroju mogą budować kolejne białka, przyczyniając się do wzrostu masy i siły mięśni. Hydrokortyzon zaburza funkcję testosteronu poprzez konkurowanie z nim, przez co zaburzeniu ulega także mechanizm anabolizmu białek budujących mięśnie. Dlatego też kortyzol nie tylko redukuje mięśnie, ale także utrudnia ich anabolizm poprzez ograniczenie działania testosteronu.

Redukcja poziomu kortyzolu oraz niwelowanie skutków

Jak wyjaśniono powyżej, nadmiar kortyzolu w organizmie jest bardzo szkodliwy dla wielu układów (Rys. 3), a szczególnie dla układu ruchu. Dlatego ważna jest redukcja jego zbyt wysokiego poziomu.

Leczenie objawów

Najlepszym sposobem jest psychologiczne uodpornienie się na sytuacje stresowe. Jest to niestety bardzo trudne, dlatego stosuje się raczej metody redukujące stres niż takie, które by go uniemożliwiły. W przypadku, kiedy trudno jest zredukować poziom kortyzolu, należy walczyć z niekorzystnymi skutkami jego działania. Dlatego też powinno się podawać wapń, aby mięśnie mogły z niego korzystać, nie wyrządzając szkody budowie mineralnej kości. Podawany powinien być także potas, aby przywrócić równowagę sodowo-potasową w organizmie. Warto przyjmować glukozę, aby organizm nie rozkładał ważnych tkanek w celu jej uzyskania. Przede wszystkim powinno się dostarczyć także aminokwasy, aby odbudować ubytki mięśniowe. Jest to jednak tylko leczenie skutków. Zdecydowanie ważniejsze jest leczenie ich przyczyny, czyli nadmiaru kortyzolu.

Redukcja poziomu hydrokortyzonu

Najbardziej skutecznymi metodami naturalnej redukcji stresu są sytuacje i czynności, które podwyższają poziom serotoniny, nazywanej hormonem szczęścia. Wzrost jej stężenia naturalnie redukuje stres, dzięki czemu kortyzol nie jest uwalniany w aż tak znacznych ilościach. Dopamina, nazywana hormonem przyjemności, także może wpływać na obniżenie poziomu stresu, a w konsekwencji także zmniejszenie stężenia kortyzolu. Dopamina jest hormonem odpowiedzialnym za rozładowanie napięcia spowodowanego przewlekłym stresem psychicznym. Działanie serotoniny oraz dopaminy jest bardzo ważne, ponieważ wywołują one stan radości oraz relaksu, które są stanami antagonistycznymi do stresu.

Czynnikami, które podnoszą poziom serotoniny oraz dopaminy w organizmie są głównie sytuacje radosne lub komiczne, odpoczynek, spełnienie zawodowe, a także obecność bliskich osób w pobliżu. Oczywiście

ste staje się zwalczanie stresu za pomocą muzyki, tańca, masażu lub śmiechu. W sytuacji zaburzeń wydzielania serotoniny lub dopaminy, lekarz może zlecić leki, które podwyższają poziom tych hormonów. Lekami tymi są leki przeciwdepresyjne (LPD – tymoleptyki) oraz przeciwłękowe (uspokajające, anksjolityczne) (Janiec, 2006).

Aby ograniczać poziom stresu, należy praktykować ćwiczenia fizyczne oraz przyjmować magnez, którego jony zmniejszają poziom kortyzolu w organizmie. Należy także ograniczyć lub nawet zniwelować spożywanie kofeiny, ponieważ jej nadmierne ilości są przyczyną odwadniania organizmu, a także mogą wypierać magnez z ustroju.

Podsumowanie

Długotrwały stres wiąże się z przewlekłym podwyższeniem poziomu hydrokortyzonu, który odpowiada za reakcję organizmu na czynniki stresogenne. Działanie kortyzolu mobilizuje organizm, niestety zawsze odbywa się to kosztem poszczególnych struktur, dlatego długotrwały stres jest szkodliwy dla całego ciała, przede wszystkim jednak dla układu ruchu. Kości oraz mięśnie to struktury, które najsilniej ulegają deficytom w związku z działaniem kortyzolu, dlatego też układ ruchu może nie działać prawidłowo.

Aby zredukować negatywny wpływ hydrokortyzonu na organizm, można eksponować się na radosne sytuacje, spędzać czas z bliskimi osobami, uprawiać swoje hobby. Powoduje to naturalny wzrost hormonów antagonistycznych do kortyzolu. Należy także unikać kofeiny oraz przyjmować magnez. Dzięki zastosowaniu opisanej profilaktyki, niekorzystne skutki działania hormonu stresu na organizm są zredukowane lub nawet zniwelowane.

Literatura

- Bańkowski E. (2005). *Biochemia*. Wrocław. Elsevier Urban & Partner.
- Bochenek A., Reicher M. (2008). *Anatomia człowieka – Tom II*. Warszawa. PZWL.
- Górski J. (2010). *Fizjologia człowieka – Wydanie I*. Warszawa. PZWL.
- Janiec W. red. (2006). *Kompendium farmakologii – Wydanie II*. Warszawa. PZWL.
- Januszewicz W. i wsp. (2000). *Guz chromochłonny – Wydanie II*. Warszawa. PZWL.
- Kłósek P. (2016). *Rola stresu psychologicznego w neuroendokrynej regulacji pobierania pokarmu i powstawania otyłości. Forum Zaburzeń Metabolicznych*. 7(3), 111 – 118.
- Papierska L. (2008). *Pierwotna autoimmunologiczna niedoczynność kory nadnerczy. Postępy Nauk Medycznych*. 2, 132 – 137.
- Waśko-Czopnik D. (2017). *Wpływ hiperkortyzolemii na insulinooporność w aspekcie trudności w utrzymaniu prawidłowej masy ciała. Magazyn Food Forum*. 2(18), 66 – 71.
- Zembaty A. (2003). *Kinezyterapia*. Warszawa. Kasper.

Harmful influence of long-drawn stress onto condition of motor system

Bartosz Bagrowski

Psychological factors can have negative influence onto condition of anatomical and physiological structure of the body. The example of the activity is disadvantageous influence of stress on the condition of motor system. The long-term experienced stress can manifest itself in the diseases of the bones and muscles. The treatment is very important, but also the prevention is essential. Insusceptibility to stress factors is one of the most important element in the prevention.

Key words: cortisol, stress, motor system, metabolism, hormones, muscles