

**Univerzita Karlova v Praze**

**1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapeut



**Petra Štroblová**

Méně známé doplňky stravy

*The lesser-known nutritional supplements*

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Praha, 2014

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 2014

Petra ŠTROBLOVÁ

**Identifikační záznam:**

ŠTROBLOVÁ, Petra. *Méně známé doplňky stravy. [The lesser-known nutritional supplements]*. Praha, 2014. 56 s. Bakalářská práce (Bc). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Ústav tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

### **Poděkování:**

Ráda bych tímto poděkovala své rodině a přátelům, kteří mi pomáhali s vypracováním mé práce, a to především psychickou podporou. Mé velké poděkování patří vedoucímu práce doc. MUDr. Zdeňku Vilikusovi, CSc., který mi pomohl nejen s výběrem tématu práce, ale také s jejím celkovým zpracováním.

## **Abstrakt:**

Tato práce zkoumá tři doplňky stravy – chrom, kolostrum a taurin. Jejím cílem je prokázat účinky a význam těchto tří suplementů nejen pro sportovní výživu, ale také pro léčebné účely.

Trojmocný chrom je esenciální prvek, jehož aktivní forma se významným způsobem podílí na metabolismu sacharidů tím, že napomáhá inzulínu zprostředkovávat přenos cukru do cílových buněk. Doporučený denní příjem je stanoven na 25 až 45 µg. Studie potvrdily, že chrom výrazně zvyšuje aktivitu inzulínu a dokáže zlepšit glukózovou toleranci, a to ho činí nezbytným prvkem pro lidi, kteří trpí diabetem mellitem II. typu. Prostudováním dostupných studií bylo zjištěno, že chrom nemá významný vliv na budování svalové hmoty. Jen polovina studií prokázala efekt požívání chromu na snížení tělesné hmotnosti.

Kolostrum je předlaktiční výměšek tvořený po několik hodin po porodu, bohatý na růstové faktory, aminokyseliny a bioaktivní proteiny. Kolostrum je ceněno hlavně díky obsahu mnoha složek podporujících imunitní systém. Jeho doporučená denní dávka se pohybuje od 20 do 60 g. Ačkoliv je kolostrum bohaté na růstový faktor IGF-I, jeho vliv na nárůst svalové hmoty nebyl prokázán. Jako pozitivní výsledek se ukázalo, že po podání kolostra se urychlila regenerace po sportovním výkonu. Několika dalšími studii bylo potvrzeno, že se po jeho suplementaci zlepšil sprintérský výkon. Zlepšení vytrvalostního výkonu se ovšem neprokázalo. Dále se ukázalo, že by kolostrum mohlo mít vliv na zlepšení tělesného složení ve smyslu tukuprosté hmoty. Je ale stále zapotřebí dalších výzkumů, které by tato tvrzení učinila jednoznačnějšími.

Taurin je β-aminokyselina s antioxidačním potenciálem. Podílí se na řadě fyziologických procesů a je tedy nezbytným prvkem lidského organismu. Při jeho nedostatku mohou vznikat vážná onemocnění, jako je degenerace sítnice, zpomalení růstu či kardiomyopatie. Zdrojem taurinu jsou pouze živočišné produkty, především ryby nebo červené maso. Doporučený denní příjem se pohybuje v rozmezí 500 až 3000 mg. Dle dostupných studií působí taurin díky schopnosti regulovat kalcium jak kardioprotektivně, tak neuroprotektivně. Ukázalo se, že se podílí na svalové kontrakci a tím by mohl stimulovat sportovní výkonnost. Ergogenní účinek byl ovšem jinými studii vyloučen. Prokázán byl vliv taurinu na snížení oxidačního stresu, což by mohlo být zajímavým výsledkem nejen pro sportovce, ale také pro léčebné účely. Stále je ovšem zapotřebí dalších výzkumů.

**Klíčová slova:** chrom, kolostrum, taurin, sportovní výživa, výkonnost, suplementy

## **Abstract:**

The thesis researches three dietary supplements – chromium, colostrum and taurine. The object is to show the importance of these three supplements for sports diet and for medical purposes as well.

Trivalent chromium is an essential element, active form of which significantly participates in carbohydrate metabolism by enhancing the ability of insulin to distribute carbohydrates into target cells. Recommended daily intake has been set at 25 – 45 µg. Studies have confirmed that chromium significantly increases the activity of insulin and promotes glucose tolerance, which makes it an essential element for people, who suffer from diabetes mellitus type II. According to accessible studies, chromium doesn't play an important role in muscle building. Only a half of the studies have indicated chromium as an influential element in body weight reduction.

Colostrum, a form of milk produced by mammary glands just after giving birth, is rich in growth factors, amino-acids and bioactive protein. Colostrum is appreciated mainly for its immune system - supporting elements. Its recommended daily amount is between 20 and 60 grams. Although colostrum is rich in growth factor IGF-I, its influence on muscle growth has not been proven. Positive finding is the fact, that colostrum promotes post-exercise recovery. Some other studies show that supplementation with colostrum improves sprint performance. However, no effectiveness in terms of endurance has been detected. Colostrum is also believed to be influential in improving physical composition in terms of fat-free mass. However, another research work would be necessary in order to support this theory.

Taurine is  $\beta$  – amino acid with antioxidative potential. It participates in many physiological processes and it is considered an essential element of a human organism. The absence of taurine can lead to serious diseases such as central retinal degeneration and cardiomyopathy. Taurine occurs naturally in food, especially seafood and meat. Recommended daily intake is between 500 and 300 mg. According to accessible studies, taurine can regulate calcium which allows it to have both cardioprotective and neuroprotective effect on human organism. It has been proven that taurine takes part in muscle contraction and this could possibly enhance athlete's performance. Other studies disprove an ergogenic effect of taurine. Supplementation with taurine has been shown to prevent oxidative stress, which could be beneficial both for athletes and for medical purposes as well. This subject will, however, require further series of observation.

**Keywords:** chromium, colostrum, taurine, sports diet, dietary supplements

# Obsah

1	Úvod.....	9
2	Chrom .....	10
2.1	Historie chromu.....	10
2.2	Biochemické funkce chromu.....	10
2.3	Metabolismus chromu .....	12
2.4	Výskyt chromu v potravinách a jeho denní potřeba.....	13
2.4.1	Výskyt v potravinách .....	13
2.4.2	Denní potřeba .....	14
2.5	Využití chromu při onemocnění diabetes mellitus 2. typu.....	15
2.6	Význam chromu pro snížení tělesné hmotnosti .....	17
2.7	Chrom a budování svalové hmoty .....	17
2.8	Deficit chromu.....	18
2.9	Preparáty chromu .....	19
2.9.1	Chromium picolinate.....	20
2.9.2	Chromium polynicotinate .....	21
3	Kolostrum .....	22
3.1	Charakteristika kolostra .....	22
3.2	Hlavní složky kolostra a jejich funkce v organismu.....	23
3.2.1	Imunoglobuliny .....	23
3.2.2	Laktoferin .....	25
3.2.3	Růstové faktory .....	26
3.2.4	Ostatní složky kolostra .....	26
3.3	Historie užívání kolostra.....	27
3.4	Význam kolostra ve sportu.....	28
4	Taurin.....	31
4.1	Charakteristika taurinu.....	31
4.2	Biochemické funkce taurinu.....	31
4.3	Fyziologické funkce taurinu.....	32

4.3.1	Konjugace žlučových kyselin .....	32
4.3.2	Detoxikace .....	32
4.3.3	Osmoregulace .....	33
4.3.4	Kalciový tok .....	33
4.3.5	Růst a vývoj .....	33
4.3.6	Neuroprotektce .....	34
4.4	Význam taurinu při různých onemocněních .....	34
4.4.1	Poškození sítnice .....	34
4.4.2	Diabetes.....	34
4.4.3	Kardiovaskulární onemocnění.....	35
4.4.4	Onemocnění jater .....	35
4.5	Zdroje taurinu a jeho doporučený denní příjem.....	36
4.6	Využití taurinu při sportu .....	37
	Diskuse .....	41
	Závěr.....	42
	Použitá literatura .....	44
	Seznam obrázků a tabulek .....	55
	EVIDENCE VÝPŮJČEK .....	8



# 1 Úvod

Doplňky stravy se postupem času stále více dostávají do popředí zájmu mnohých sportovců, kteří chtějí dosáhnout svého vytyčeného cíle s co nejmenší námahou a s co nejlepším výsledkem. Proto se s nadějí obracejí k různým doplňkům stravy, které tyto účinky ve svých důmyslně propracovaných reklamních kampaních zaručeně slibují.

Chrom je stopový prvek, který je obecně užíván pro jeho účinek zesilující působení inzulínu, tedy doplněk vhodný pro diabetiky. V poslední době je jeho užívání rozšířeno také mezi sportující populaci, a to zejména jako přípravek na podporu snížení tělesné hmotnosti. Užívání kolostra se stává být čím dál populárnější nejen pro svůj obsah imunitních složek, ale také jako kvalitní bílkovina vhodná pro sportovce. Třetím z doplňků stravy, kterému se tato práce věnuje, je taurin. Tato látka je známá především jako součást energetických nápojů, a tedy všeobecně vnímána pro svůj stimulační účinek.

Málokdo ovšem ví, že skutečné využití těchto tří doplňků je mnohem širší, než by se očekávalo. Nejen, že mohou prokazatelně zlepšit sportovní výkonnost, ale existuje také možnost využití jejich účinků pro léčebné účely. Nicméně, tyto účinky, často zpochybňované, jsou stále předmětem zkoumání mnohých vědců.

Cílem této práce je zpracování problematiky tří doplňků stravy – chromu, kolostra a taurinu pomocí dostupné odborné literatury. Tato práce by měla přiblížit jejich účinky na lidské tělo spojené mimo jiné se sportovní výkonností a snažit se objasnit mnohdy rozporuplná tvrzení, která jejich výrobci uvádějí.

## 2 Chrom

### 2.1 Historie chromu

Historie chromu sahá již do doby před dvěma sty lety, ale jeho důležitost pro člověka byla prokázána teprve v roce 1959. Před touto dobou uměli vědci chrom využívat ve zkumavkách jako nástroj ke stimulaci či potlačení systémů enzymů. Věděli, že se děje něco významného, bylo ovšem nejasné, o co přesně se jedná. Jelikož chrom účinkuje již v malých množstvích, bylo nesnadné vyvolat jeho deficit u laboratorních zvířat. [1]

Ohromující objev učinil doktor Walter Mertz, který u laboratorních zvířat vyzoroval, že při požívání potravy s nedostatkem chromu nastává prudké zhoršení schopnosti přeměny glukózy. Tato skutečnost vedla k objevení faktoru tolerance glukózy (GTF), souboru organického chromu. GTF chrom je sloučenina podobná hormonům, která je zodpovědná za navázání inzulínu na místa receptce buněčných membrán, a tím tedy za regulaci metabolismu cukrů. [1]

Ke konci 19. století byly objeveny karcinogenní účinky šestimocného chromu, kdy se u skotských zaměstnanců pracujících se sloučeninami chromu začaly objevovat nádory nosu. Ve 30. letech 20. století byly v Německu provedeny studie, které se zabývaly incidencí nádorového onemocnění plic u osob pracujících s chromem. U těchto německých pracovníků byl v roce 1936 uznán nádor plic jako nemoc z povolání. Od této doby byl chrom zkoumán především jako minerální látka s toxickými účinky na organismus. [2]

Teprve v 90. letech 20. století začal být chrom intenzivně testován jako nezbytná minerální látka u hospodářských zvířat. [2]

### 2.2 Biochemické funkce chromu

Chrom se může vyskytovat v oxidačním stupni III, v této formě je pro organismus významným esenciálním prvkem. Další z jeho forem, šestimocný chrom, je naopak toxický a přičítají se mu mutagenní, alergenní a kancerogenní účinky. [3, 5]

Obr. 1: Primární struktura inzulínu. [4]



© ABPI 2005

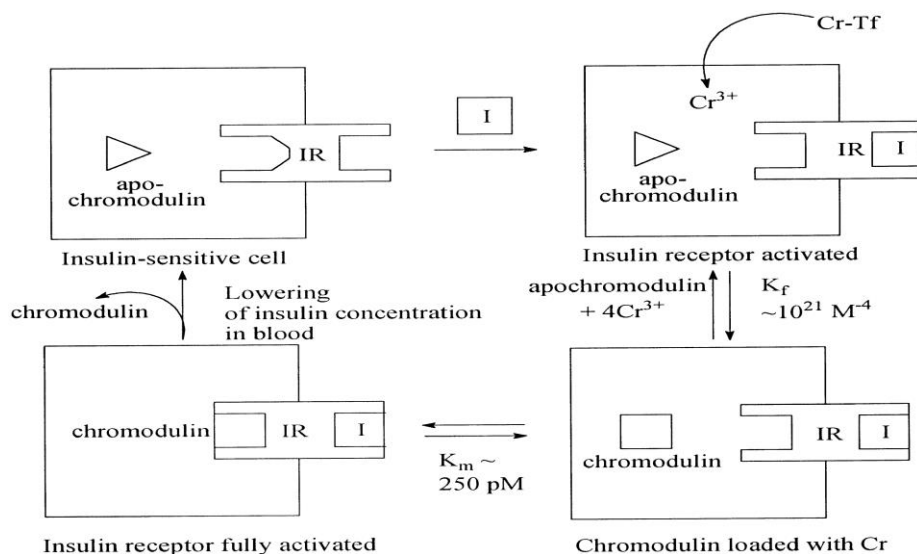
Trojmocný chrom se významným způsobem podílí na metabolismu sacharidů tím, že napomáhá inzulínu zprostředkovávat přenos cukru do cílových buněk. Pravděpodobně usnadňuje interakci mezi sulfhydrylovými skupinami buněčných membrán s disulfidovými skupinami inzulínu (obr. 1), a tak umožňuje inzulínem stimulovanou utilizaci glukózy. [3, 5]

Biologicky aktivní formu chromu nutno odlišovat od neaktivní formy. Mertz považoval za fyziologicky účinnou látku s obsahem chromu glukózový toleranční faktor (GTF), který tvořil komplex chromu, nikotinové kyseliny a případně aminokyselin glycinu, cysteinu a glutamové kyseliny. Bylo provedeno mnoho pokusů, které by vedly k izolaci či syntéze GTF, ovšem žádný nebyl úspěšný. To znamená, že přesná struktura GTF a to, zda je právě tato forma chromu aktivní, je nejisté. [6]

Dnes jsou známy dvě biologicky aktivní formy chromu s oligopeptidy: první, tzv. chromodulin, se nachází např. v jaterní a ledvinové tkáni savců. Druhý oligopeptid apochromodulin byl izolován z kravského mléka a obsahuje převážně glycin, cystein, asparagovou a glutamovou kyselinu a velmi silně váže čtyři atomy Cr (III) za vzniku chromodulinu. Předpokládá se, že chromodulin je produkován jako reakce na sekreci inzulínu, za jehož přítomnosti zvyšuje aktivitu inzulínových receptorů, a tím stimuluje příjem chromu buňkami. Apochromodulin je pravděpodobně skladován v buňkách citlivých na působení inzulínu. Zvýšení hladiny inzulínu v plasmě a následná vazba inzulínu na inzulínové receptory buněk vyvolá konformační změnu, která umožní průnik Cr (III) do buněk a vznikne tak chromodulin. Chromodulin zřejmě interaguje s inzulínovými receptory, umožňuje stabilizovat aktivní konformaci receptorů a zvyšovat jejich kinázovou aktivitu. (Obr. 2) [3, 7]

Zvýšením účinku inzulínu, a zřejmě též jinými mechanismy, ovlivňují sloučeniny chromu také metabolismus lipidů a bílkovin. Zvýšení dietárních dávek chromu částečně snižuje hladinu cholesterolu a triacylglycerolů v krevní plasmě a současně se zvyšuje podíl lipoproteinů o vysoké hustotě (HDL). [3]

Obr. 2: Úloha chromu v chromodulinu při potenciaci inzulínové reakce. [8]



## 2.3 Metabolismus chromu

Chrom se může uvolňovat ze složek potravy v kyselém prostředí, jako například v žaludku. Absorbován je v průběhu tenkého střeva, a to zejména v jejunu. Přestože způsob absorpce u člověka není znám, předpokládá se, že je chrom absorbován pasivní difúzí (jak se ukázalo u laboratorních kryš), přenosem přes transportér a/nebo snad také endocytózou. Asi 0,4 % až 2,5 % chromu přijatého potravou je vstřebáno gastrointestinálním traktem, přičemž s jeho zvýšeným příjmem toto procento klesá. [3, 7]

Absorpce chromu může být stejně jako u ostatních minerálních látek ovlivněna dietními faktory. Umocněna je v kyselém prostředí, vazbou s aminokyselinami nebo ostatními ligandy, které mohou s chromem tvořit cheláty. Aminokyseliny jako fenylalanin, methionin, histidin a stejně tak kyselina pikolinová tvoří ligandy pro zvýšení absorpce chromu. Lipofilní součást, jako například kyselina pikolinová, mohou zvýšit absorpci Cr (III) přes lipidovou membránu buněk. Další „umocňovatel“ vstřebávání chromu může být také vitamin C. Resorpce chromu je velmi rychlá. Již 15 minut po podání lze zaznamenat zvýšení koncentrace v krvi a po dvou hodinách v moči. [3, 7]

## 2.4 Výskyt chromu v potravinách a jeho denní potřeba

### 2.4.1 Výskyt v potravinách

Nejnovější údaje o výskytu chromu v potravinách ukazují, že základní potraviny jsou obzvláště chudé na chrom. Nejlepšími zdroji se ukazují zpracované maso, celozrnné výrobky, luštěniny a koření, zatímco mléčné výrobky a většina ovoce a zeleniny obsahují jen malé množství chromu. [6]

Obsah chromu v potravinách kolísá v závislosti od expozice v prostředí až po průběh jeho zpracování. Dobrymi zdroji chromu jsou: pivovarské kvasnice, libové maso (především zpracované), sýry, dary moře, ryby, vejce, celozrnné obiloviny, ořechy, melasa a některé druhy ovoce a zeleniny. [9, 11]

Pivovarské kvasnice, zejména ty, které se pěstují v půdě bohaté na chrom, jsou významným potravinovým zdrojem chromu podobně jako houby, ovesné vločky, sušené švestky, chřest a celozrnné obiloviny. Ovoce, zelenina a většina rafinovaných a zpracovaných potravin, vyjma masných výrobků, mají nízký obsah chromu. Například 100 g hovězího masa obsahuje cca 55 µg chromu; plátek celozrnného chleba kolem 1 µg chromu; hrneček brokolice okolo 5,5 µg. [7, 9, 11]

Tab. 1: Potravinové zdroje chromu. [6]

Potravina	Průměrná koncentrace chromu (mg/kg čerstvé váhy)
Chléb	0,15
Cereálie	0,14
Vnitřnosti	0,08
Masné produkty	0,23
Drůbež	0,09
Ryby	0,13
Oleje a tuky	0,17
Vejce	0,04
Cukr	0,13
Zelená zelenina	0,02
Ostatní zelenina	0,04
Konzervovaná zelenina	0,06
Čerstvé ovoce	0,02
Mléko	0,01
Mléčné produkty	0,09
Ořechy	0,14

## 2.4.2 Denní potřeba

Stanovení bezpečného a doporučeného denního množství (ESADDI = An estimated safe and adequate daily dietary intake) chromu bylo poprvé určeno ve Spojených státech v roce 1980. V roce 1989 ESADDI pro chrom bylo doporučeno 50 – 200 µg za den pro dospělé. [12]

Nejnovější doporučení pro chrom se udává ve formě AI (adequate intake = průměrný příjem) a byl stanoven na základě odhadu středního příjmu chromu ve Spojených státech. AI chromu pro dospělé muže a ženy do padesáti let je 35 µg (pro muže), respektive 25 µg (pro ženy). Tyto hodnoty se stoupajícím věkem klesají, pro muže a ženy ve věku přes padesát let je doporučováno 30 µg, resp. 20 µg. Během těhotenství a laktace je doporučován příjem 30 µg a 45 µg. AI pro ostatní věkové skupiny je shrnut v tabulce č. 2. [12,13]

Tab. 2: Doporučené denní dávky chromu. [13]

Fáze života Věková skupina	AI chromu (µg/den)
<b>Kojenci</b>	
- 0 – 6 měsíců	0,2
- 6 – 12 měsíců	5,5
<b>Děti</b>	
- 1 – 3 roky	11
- 6 – 8 let	15
<b>Muži</b>	
- 9 – 13 let	25
- 14 – 18 let	35
- 19 – 30 let	35
- 31 – 50 let	35
- 51 – 70 let	30
- > 70 let	30
<b>Ženy</b>	
- 9 – 13 let	21
- 14 – 18 let	24
- 19 – 30 let	25
- 31 – 50 let	25
- 51 – 70 let	20
- > 70 let	20
<b>Těhotné</b>	
- 14 – 18 let	29
- 19 – 30 let	30
- 31 – 50 let	30
<b>Kojící</b>	
- 14 – 18 let	44
- 19 – 30 let	45
- 31 – 50 let	45

## 2.5 Využití chromu při onemocnění diabetes mellitus 2. typu

Čím dál, tím více přibývá lidí, kteří jsou postiženi onemocněním diabetes mellitus 2. typu (DM 2. typu). Mezinárodní federace pro diabetes (International Diabetes Federation) předpovídá, že počet lidí žijících s DM 2. typu vzroste z 366 miliónů v roce 2011 na 552 miliónů do roku 2030. Tato forma onemocnění se vyznačuje tím, že pankreas často produkuje stejné množství inzulínu, který je ale neefektivní v předcházení symptomům diabetu jako hyperglykemie, porušený metabolismus sacharidů, glykosurie a pokles inzulínové senzitivity, a nutí tak tělo k nadprodukci sebe sama. A právě chrom aktivitu inzulínu výrazně zvyšuje. [1,15,16]

Na konci padesátých let 20. století Schwarz a Mertz poprvé ukázali, že dietou indukovaná porucha glukózové tolerance mohla být navrácena do normálního stavu po podání sloučenin trivalentního chromu. [17]

Různé studie ukazují, že většina lidí ve Spojených státech a dalších průmyslově vyspělých zemích trpí nedostatkem chromu. Ještě častější se zdají být nedostatky u lidí s diabetem. Mnohé klinické studie potvrzují výhody a bezpečnost účinků chromu, který dokáže zvýšit aktivitu inzulínu, zlepšit glukózovou toleranci a snížit glykosylaci hemoglobinu u lidí s diabetem 2. typu. Chrom dále pomáhá udržovat zdravou hladinu triglyceridů. [19]

Určité důkazy naznačují, že dietní intervence a pravidelné cvičení výrazně zlepší body mass index (BMI) a lipidový profil, a stejně tak zmírní inzulínovou rezistenci. Z tohoto důvodu mohou být doplňky stravy, jako například inzulín-senzibilitivní látky, prospěšné při prevenci a léčbě obezity a diabetu 2. typu. Četné in-vitro a in-vivo studie ukazují, že chromové doplňky, zejména na niacin vázaný chrom neboli nikotinát chromu, mohou být účinné při zeslabování inzulínové rezistence a snižování hladiny cholesterolu v plazmě. [18]

Althuis et al. vypracoval v roce 2002 meta-analýzu, ve které zkoumal vliv trojmocného chromu na glukózovou a inzulínovou reakci u zdravých jedinců a jedinců s porušenou glukózovou tolerancí nebo diabetem mellitem 2. typu. Autor prostudoval 20 studií, které se zabývají vlivem chromu na glukózu, inzulín nebo glykovaný hemoglobin. Tento přehled shrnuje údaje patnácti studií o 618 účastnících, kdy 193 z nich mělo DM 2. typu a 425 zbylých bylo v dobrém zdravotním stavu nebo s poruchou glukózové tolerance. Meta-analýza neprokázala žádný vztah mezi chromem a glukózou či koncentrací inzulínu u nediabetických subjektů. Studie 155 diabetiků v Číně prokázala, že chrom snižuje hladinu glukózy a koncentraci inzulínu. Naopak v jiných studiích se u 38 diabetických osob tento efekt neprokázal. [20]

Několik autorů z Indie publikovalo studii, ve které byl zkoumán vliv trivalentního chromu na hladinu krevní glukózy u nově vzniklých diabetiků 2. typu. Vybráno bylo celkem 40 osob s DM 2. typu a po měsíční stabilizaci byli náhodně rozděleni do dvou skupin: studijní skupina a placebo skupina. Studijní skupina přijímala 9 g pivovarských kvasnic (42  $\mu\text{g}$  Cr) denně po dobu tří měsíců a druhá skupina dostávala placebo kvasinky bez chromu. Pacienti byli poučeni, aby neměnili své dosavadní stravovací návyky a životní styl. Před začátkem i po ukončení studie byla zkontrolována hladina krevní glukózy. Výsledky ukázaly, že konzumace kvasnic s chromem značně snížila hladinu krevní glukózy nalačno (z  $11 \pm 0,4$  na  $5,8 \pm 0,4$  mmol/l). [21]

Dle Andersena je uplatnění chromu také významné při gestačním diabetu a steroidy indukovaném diabetu, který vzniká například podáváním léku Prednisonu či protizánětlivých léků při léčbě artritidy, astmatu nebo alergií. Chrom ovlivňuje senzitivitu  $\beta$ -buněk a první fázi uvolnění inzulínu. Suplementace chromem vede k lepšímu navázání inzulínu na větší počet inzulínových receptorů. Dále aktivuje kinázu inzulínového receptoru, která jej fosforyluje, a tím aktivuje inzulínovou funkci a vede k inhibici fosfatázy inzulínového receptoru, která naopak funkci inzulínu deaktivuje. [22,23]

Glukózová tolerance a hladina chromu klesá s věkem. Nedávné, dobře kontrolované, dvojitě zaslepené studie uvádějí, že glukózová tolerance u starších osob se po suplementaci chromem zlepšila. Nicméně, jestliže se sledované osoby stravovaly nutričně vyváženou stravou s průměrným příjmem Cr (více než 37  $\mu\text{g}$  Cr/d), glukózová tolerance se nijak nezměnila. [24]

Systematický přehled 41 studií zabývajících se vlivem chromových doplňků na glukózový metabolismus, který v roce 2007 vytvořil Balk a další autoři, shrnuje pozitivní vliv chromového doplňku na pacienty trpící onemocněním diabetes mellitus 2. typu, a to na hladinu glykovaného hemoglobinu, kdy se snížila v průměru o 0,6 % a nalačno až o 1,4 mmol/l. Také se v těchto studiích ukázalo, že chrom nemá žádné účinky na lidi bez diabetu. Dále byly zjištěny rozdíly mezi různými typy chromových formulací a jejich vlivy na organismus diabetického pacienta. [29]

Urberg a Zimmel zjistili, že glukóza a glukózová tolerance u starších lidí se zlepšila po denní suplementaci 200  $\mu\text{g}$  chromu v podobě  $\text{CrCl}_3$  spolu se 100  $\mu\text{g}$  kyseliny nikotinové, ovšem nikoli pouze po suplementaci samotným chromem. [25,26]



## 2.6 Význam chromu pro snížení tělesné hmotnosti

Dalším účinkem chromových doplňků, který by mohl být důsledkem jejich zvýšení citlivosti na inzulín, je redistribuce tělesného tuku. Mechanismus tohoto regulačního účinku Cr není znám. Předpokládá se, že pozitivní účinek pikolinátu chromu na tělesnou kompozici spočívá ve své schopnosti zvyšovat využití inzulínu, a tím snížit ukládání tuku. Dále se předpokládá, že usnadňuje vstup glukózy a aminokyselin do svalových buněk. [24]

Onakpoya, Posadzki a Ernst ve své meta-analýze z roku 2013 shrnují účinky či „neúčinky“ chromu u lidí s nadváhou a u obézních. Věk ani pohlaví nebyly specifikovány. Prozkoumáno bylo třicet devět studií a z toho dvacet jich bylo zahrnuto. Meta-analýza jedenácti studií ukázala statisticky významný rozdíl v úbytku váhy při požívání chromu než placebo (průměrný rozdíl: 0,5 kg, což odpovídá zhruba 0,06 % tělesné hmotnosti). Vztah mezi dávkou chromu a úbytkem hmotnosti se nepodařil prokázat. Výsledky této meta-analýzy ukazují, že ve srovnání s placebem má suplementace chromem významný vliv na snížení tělesné hmotnosti a procenta tělesného tuku. Tato redukce ovšem nedosahuje klinického významu, protože je menší než 5 %. Meta-analýza studií trvajících 16 a více týdnů prokázala ztrátu hmotnosti až 1 kg, ale zda je možné tuto ztrátu dlouhodobě udržet pomocí chromové suplementace, je nejasné. [28]

Yazaki et al. ve své studii z roku 2010 hodnotí účinky suplementace pikolinátem chromu spojené s nutriční edukací na úbytek tělesné hmotnosti u jinak zdravých osob s nadváhou. Jedná se o dvojitě slepou, placebem kontrolovanou studii osmdesáti jinak zdravých dospělých s centrální nadváhou měřenou pomocí počítačové tomografie. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin, přičemž první skupina požívala denně 1000 µg pikolinátu chromu a druhá placebo po dobu 24 týdnů. Všichni zúčastnění byli edukováni v oblasti výživy po dobu dvanácti týdnů. Výsledky ukázaly, že suplementace 1000 µg pikolinátu chromu samotného ani v kombinaci s nutriční edukací nemá vliv na hubnutí v této populaci lidí s nadváhou. [27]

## 2.7 Chrom a budování svalové hmoty

Chrom je velmi populární doplněk stravy nejen kvůli svému účinku pro snížení tělesné hmotnosti, ale je také oblíbený mezi fitness sportovci pro své další účinky, jako je nárůst svalové hmoty a zvýšení sportovního výkonu. Nicméně, vědcům se zatím nepodařilo tento efekt prokázat, což dokazuje také studie Davise et al. z roku 2000.

Podle Davise, Welshe a Alersona, kteří provedli studii zaměřenou na vliv Cr na sportovní výkon, se nepotvrdilo, že by suplementace chromem sportovní výkon zlepšila. Po požití sacharidových nápojů obsahujících chrom, běžci uběhli stejnou vzdálenost ve srovnání s běžci, kteří požili tentýž nápoj, ovšem bez přídavku chromu. [14]

Autorka Susan Kleiner ve své publikaci Fitness výživa uvádí: „Chrom je minerál, který je zpopularizován jako bezpečná alternativa anabolických steroidů a jako prostředek k budování svalové hmoty.“ [30, s. 161]

Jak bylo již výše zmíněno, chrom je esenciální stopový minerál, který pomáhá inzulinu transportovat glukózu do buněk. Stejně tak pomáhá při prostupu aminokyselin do buněk. V důsledku pohybové aktivity může dojít ke ztrátě chromu močí a při nadměrném příjmu jednoduchých cukrů se chrom také může z těla vylučovat ve zvýšeném množství. Důkazy o tom, že chrom je účinným suplementem zajišťujícím nárůst svalové hmoty, jsou rozporuplné. Podle některých studií došlo k nárůstu svalové hmoty a dokonce i ke snížení tukových zásob, jiné studie toto tvrzení ovšem nepotvrdily. [30]

Užívání chromu jako prostředek na zvýšení svalové hmoty začal být populární po roce 1989 jako výsledek jedné studie, ve které se právě tento účinek zkoumal. Fotbalisté užívající 200 µg chromu denně byli schopni vybudovat více svalové hmoty a snížit tělesný tuk oproti kontrolní skupině fotbalistů, kteří požívali placebo. Nicméně, jiné studie tento efekt neprokázaly. [31]

Účinky osmitýdenní suplementace pomocí 3,3 – 3.5 mmol chromu nebo placebo (0,1 mmol Cr) při silovém tréninku byly zkoumány u 36 mužů pomocí dvojitě zaslepené studie. Byl brán ohled na zvýšení síly, zvýšení svalové hmoty a úbytek tukové tkáně, které se při silovém tréninku samozřejmě mění nezávisle na příjmu chromu. Tato studie ukázala, že suplementace chromem nemá žádný vliv na změnu tělesné kompozice či nárůst svalové síly u mužů. [32]

## 2.8 Deficit chromu

Případy vážného nedostatku chromu jsou velmi vzácné. Ne ovšem nemožné. Příčinou deficitu chromu je nejpravděpodobněji konzumace stravy chudé na tuto esenciální minerální látku společně s častým nedostatečným příjmem nutričních látek, které podporují jeho absorpci, či nadměrné užívání látek nebo jiných faktorů získávaných z potravin, které narušují retenci či vstřebávání chromu. Deficit chromu může být též způsobený dlouhodobým užíváním některých léčebných preparátů, které ovlivňují jeho absorpci. [36]

Tuto skutečnost potvrdily tři studie, kde byl zkoumán efekt chromu u pacientů, kteří dostávali dlouhodobou totální parenterální výživu. Tři hospitalizovaní pacienti, kteří byli živeni pomocí parenterální výživy, vykazovali známky diabetu (včetně ztráty váhy, neuropatie a zhoršené tolerance glukózy) do té doby, než lékaři jejich vyživující roztoky obohatili chromem. Přidaný chrom v dávce 150 – 250 µg za den po více než

dva týdny upravil diabetické symptomy. Nyní je chrom běžně přidáván do roztoků parenterální výživy. [33, 34, 35]

Nedostatečný příjem chromu se může projevit poruchami glukózové tolerance a nižší aktivitou inzulínu vedoucí nezřídka k obezitě a diabetu 2. typu. Deficit se může také projevit u lidí, kteří nadměrně pijí nápoje slazené sacharózou a fruktózou nebo přijímají velké množství stravy bohaté na mono- a disacharidy, které zvyšují ztráty chromu. Inzulín vstupuje do buněk pomocí specifických receptorů. Při jejich nízkém počtu se zvyšuje tvorba inzulínu, což má za následek pocity hladu po jídle a následnou potřebu se dosytit, a to vede k obezitě. Diabetes 2. typu se manifestuje při dalším úbytku těchto buněčných vazebných míst, kdy už nestačí ani hypersekrece inzulínu. V těchto případech se doporučuje užívat doplňky stravy s obsahem chromu, který dokáže vazebná místa opět aktivovat. [37]

## 2.9 Preparáty chromu

První preparáty chromu byly v přírodní formě jako tablety koncentrovaných pivovarských kvasnic vyráběné v padesátých a šedesátých letech 20. století. I přesto, že je mnoho sportovců s oblibou užívalo pro jejich funkčnost, jsou pivovarské kvasnice nedostatečným zdrojem chromu. Obsahují jen malé množství Cr, asi 2  $\mu\text{g}$  v jednom gramu, a mnohem důležitější je, že pouze méně než polovina této dávky je biologicky aktivní. Další přípravky obsahující chrom se na trh dostaly ve formě anorganických solí chloridu, acetátu a kyslíku. Pouze méně než jedno procento z celkového množství účinné látky bylo organismem vstřebáno a využito. Navíc tyto formy mohou být pro některé jedince toxické. Počátkem sedmdesátých let se poprvé objevila kategorie chromových suplementů ve formě chelátů (chrom vázaný na aminokyseliny), které jsou bezpečnější a lépe se vstřebávají. Tato forma ovšem není schopna ovlivnit reakce inzulínu. [41]

Obr. 3: Chromové přípravky – pivovarské kvasnice, niacin vázaný chrom, pikolinát chromu. [38, 39, 40]



V osmdesátých letech začali biochemici syntetizovat biologicky aktivní GTF, což se jim podařilo přidáním anorganického chromu do živých kvasnicových kultur, které následně způsobily přeměnu části chromu na GTF. Tyto formy jsou schopny rychlejší absorpce než anorganické sloučeniny, které musejí být v organismu nejprve transformovány na organické, aktivní formy. To významně snižuje stupeň využitelnosti oproti organickým preparátům s prokázanou GTF účinností. Tento postup je ovšem náročnější jak výrobně, tak i finančně, zaručuje však maximální biologickou dostupnost GTF, a to ho dělá výhodnějším oproti druhému postupu, kde jsou produkty připravované synteticky. [41, 42]

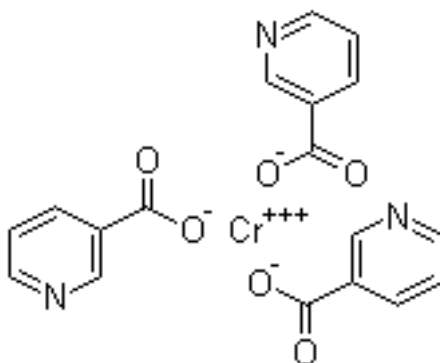
V dnešní době se užívají nejčastěji dva typy přípravků s obsahem chromu: jeden na bázi picolinátu, druhý ve vazbě s niacinem. Dlouhou dobu se upřednostňoval chrom s niacinem, v poslední době se však uznávají spíše výhody picolinátu. [42]

### 2.9.1 Chromium picolinate

Pikolinát chromu je komplexní forma chromu a kyseliny pikolinové (jeden z metabolitů aminokyseliny tryptofanu). Strukturálně je podobný vitaminu ze skupiny B-komplexu – niacinu. Dle Dr. Evanse, který provedl studii s touto látkou na hráčích amerického fotbalu, má látka významný účinek v odbourávání tělesného tuku, nárůstu svalové hmoty a snížení hladiny cholesterolu. To zní velmi slibně, ale existuje jen velice málo odborníků, kteří by následně tyto účinky potvrdili. Navíc je důležité uvážit, že Dr. Evans při své studii netestoval hráče na užívání jiných podpůrných látek typu anabolické steroidy, což mohlo výsledky výrazně zkreslit a nelze tedy jednoznačně říci, že tyto dosažené výsledky byly způsobeny opravdu aplikací suplementů s obsahem chromu. Uznávaný odborník Dr. Walter Mertz předpokládá, že pikolinát chromu má

na inzulin jen velmi slabý vliv a pravděpodobně ani nemůže být dostatečně biologicky aktivní. Předpokládá se tedy, že se velké množství této přijaté látky opět vyloučí, aniž by se absorbovalo. [41]

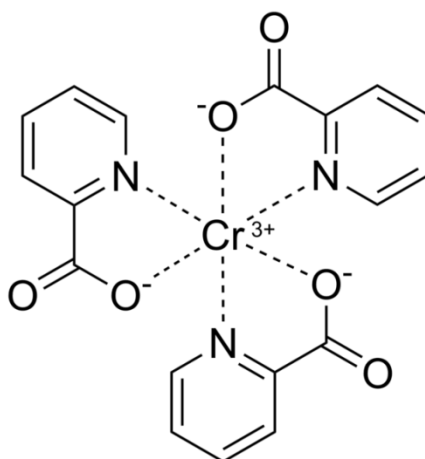
Obr. 4: Molekulární struktura pikolinátu chromu. [43]



## 2.9.2 Chromium polynicotinate

Polynikotinát chromu je chrom biologicky aktivní ve vazbě na niacin, stejně jako nikotinát chromu. Po zjištění jejich biologické aktivity byly produkty na této bázi vyrobeny během pěti či šesti let. [41]

Obr. 5: Molekulární struktura polynikotinátu chromu. [44]



## 3 Kolostrum

### 3.1 Charakteristika kolostra

Kolostrum je předlaktiční výměšek mléčných žláz, první strava všech novorozených savců obzvláště bohatá na růstové faktory, aminokyseliny a bioaktivní proteiny, která podporuje vývoj novorozenců v prvních kritických dnech života. Tento sekret nelze nazvat mlékem, především z důvodu odlišného složení, proto se mu jinak říká také „první mléko“. Nejen, že nám tato cenná látka pomohla přežít první dny života, ale také nám vytvořila základ imunitního systému pro celý život. [30, 45]

Produkce kolostra je zastavena jen několik hodin po porodu, který tělu signalizuje, aby začalo produkovat skutečné mléko. Proto se po prvním kojení začíná „první mléko“ měnit na „mléko přechodné“. Toto období trvá asi dva až tři dny. [45]

Kolostrum je životně důležité pro přežití všech novorozených savců. Tato účinná substance, která se nachází právě v prvním mléce, se nikde jinde v přírodě nenachází v tak vysoké a naprosto vyvážené koncentraci. Primární využití kolostra je hlavně v oblasti stimulace lidského imunitního systému, regenerace organismu a mírnění projevů alergií. Využívá se díky své schopnosti stimulovat svalový růst a imunitní systém přítomností mnoha imunitních faktorů. Jako doplněk stravy se kolostrum vyrábí z prvního kravského mléka, získaného do 24 hodin po porodu. [45, 46]

Bovinní kolostrum je považováno za nejhodnotnější. Od lidského kolostra se liší hlavně svým složením, a to proto, že u lidí se některé imunitní faktory nacházejí i v placentě. Proto, pokud lidský novorozenec z nějakého důvodu první mléko nepřijímá, nemusí nutně nastat jeho úmrtí, jak tomu bývá u ostatních savců. U krav totiž nedochází k přenosu důležitých biologicky významných látek k plodu přes placentu, proto je boviní kolostrum tak biologicky hodnotné a důležité pro novorozená telata, ve kterém jsou právě veškeré tyto nezbytné látky obsaženy, aby přispívaly ke správnému růstu a zdravému vývoji novorozence. [45, 47]

Hovězí kolostrum obsahuje v přírodní podobě cca 20 – 30 x více imunostimulantů než lidské. Jsou to látky, které dokáže vyrobit pouze organismus savců a je nenahraditelné jakýmkoliv rostlinným materiálem. Dnes již na trhu existuje velká spousta dodavatelů boviních kolostrálních přípravků, ale je zde velká odlišnost, co se kvality týče. V podstatě nejzásadnější skutečností je, v jaké době po porodu je kravám jejich kolostrum odebráno. Kolostrum odebrané jeden den po porodu má výrazně jiné složení než kolostrum odebrané třetí den, jelikož se jeho charakter velmi rychle mění, a to v průběhu hodin. Čím déle po porodu je první mléko sbíráno, tím více se stává normálním mlékem a tudíž ne tak hodnotným jako je samotné kolostrum. [48]

Velmi zajímavou studii provedla v roce 2012 Débora Botéquio Moretti spolu s dalšími autory, kteří zhodnocovali bovinní kolostrum jako alternativní zdroj pasivní imunity a IGF-I (insulin like growth factor) u novorozených kůzlat. Zkoumáno bylo 29 kůzlat, která dostávala pět procent své tělesné hmotnosti lyofilizovaného<sup>1</sup> bovinního (LBC) nebo kozího (GC) kolostra, obě s obsahem 55 mg/ml IgG v době 0, 7 a 14 hodin po porodu. Hodnota IgG, celková bílkovina, IGF-I a účinnost absorpce IgG v séru byly stanovovány z krevních vzorků odebraných 0, 7, 14, 18, 24, 36, 48, 72 a 96 hodin po porodu. V případě krmení LBC, hodnoty sérového IgG měřené v 14., 18., 24. a 48. hodině po porodu (13,1, 13,4, 14,1 a 14,6 mg/ml) byly vyšší než hodnoty měřené v 0. a 7. hodině po porodu (0,04 a 6,9 mg/ml). Hodnoty sérového IgG po krmení GC v 18. hodině po porodu (9,3 mg/ml) byly taktéž vyšší než v 7. hodině po porodu (5,5 mg/ml). Celkově tedy byly hodnoty sérového IgG v případě krmení LBC vyšší než hodnoty měřené ve stejnou dobu u kůzlat živých GC. Hodnoty celkové bílkoviny a IGF-I nebyly ovlivněny krmením kolostrem. Z této studie tedy vyplývá nejen to, že bovinní kolostrum je vhodné jako náhrada krmiva pro novorozená kůzlata, ale také skutečnost, že bovinní kolostrum má lepší vliv na sérové hodnoty a vstřebatelnost IgG než kozí kolostrum. [50]

## 3.2 Hlavní složky kolostra a jejich funkce v organismu

### 3.2.1 Imunoglobuliny

Imunostimulativní účinky, které jsou charakteristické pro kolostrum, jsou zprostředkovány protilátkami - imunoglobuliny. Imunoglobuliny jsou protilátky produkované B-lymfocyty, které tvoří společně s T-lymfocyty hlavní složku specifické imunity. Tyto protilátky jsou schopny přímo rozeznat antigen. Vytváří se v kostní dřeni, odkud migrují do lymfoidních orgánů. B-buňky jsou zodpovědné za protilátkami zprostředkované imunitní reakce. Po aktivaci cizorodým antigenem se B-lymfocyty mění v plazmatické buňky, které sekretují imunoglobuliny. Imunoglobuliny jsou skupina funkčně i strukturně příbuzných proteinů hrající zásadní roli v imunitním systému. Existuje

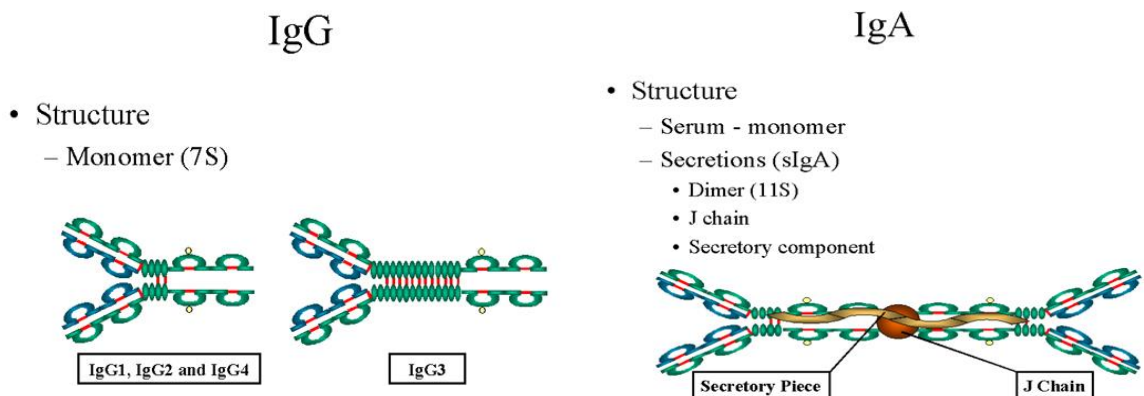
---

<sup>1</sup> „Lyofilizace (vymrazování, sublimační sušení) je jedním z komerčně využívaných způsobů sušení. Při tomto postupu se malé kousky výrobku určeného k sušení rychle zmrazí, a to tak, aby se minimalizovalo poškození struktury potravin vznikajícími krystalky ledu. Potom se výrobek umístí do sušárny, v které je udržován tlak nižší než je tlak vodní páry v trojném bodu (610,5 Pa) a voda tak ze zmrazené potraviny sublimuje, tzn. přechází z pevné fáze (ledu) přímo do fáze plynné (vodní páry). Sušená potravina si tak v maximální míře zachová svou původní texturu a aroma. Vodní pára se odvádí ze sušicího prostoru a kondenzuje ve výparníku. Potřebné teplo (sublimační teplo vody) se přivádí do sušeného výrobku buď vedením, nebo mikrovlnným zářením.“ [49]

jich 5 tříd (IgG, IgM, IgD, IgE a IgA) a kolostrum obsahuje všechny tyto druhy protilátek, které jsou zodpovědné za ničení bakterií, virů, plísní, kvasinek a alergenů. [48, 51]

- **IgG** – tvoří nejvýznamnější složku protilátek, jelikož tvoří  $\frac{3}{4}$  všech protilátek v séru. Jejich koncentrace je 10 g/l. Dále se ještě dělí na 4 podtřídy (IgG1-4), které se odlišují v několika vlastnostech, jako jsou vazba na komplement, opsonizační vlastnosti a čas, po který jsou aktivní. Jedná se také o jedinou skupinu Ig, která je u lidí schopna procházet placentou (nikoliv ovšem u přežvýkavců). Novorozenci proto mají stejné hodnoty jako dospělí. Nejnižší hodnotu lze naměřit mezi 3. a 6. měsícem života, kdy je jedinec také nejnáchylnější k infekčním onemocněním. **Funkce:** opsonizace, aktivace komplementu, sekundární imunitní reakce, neutralizace toxinů. [53]

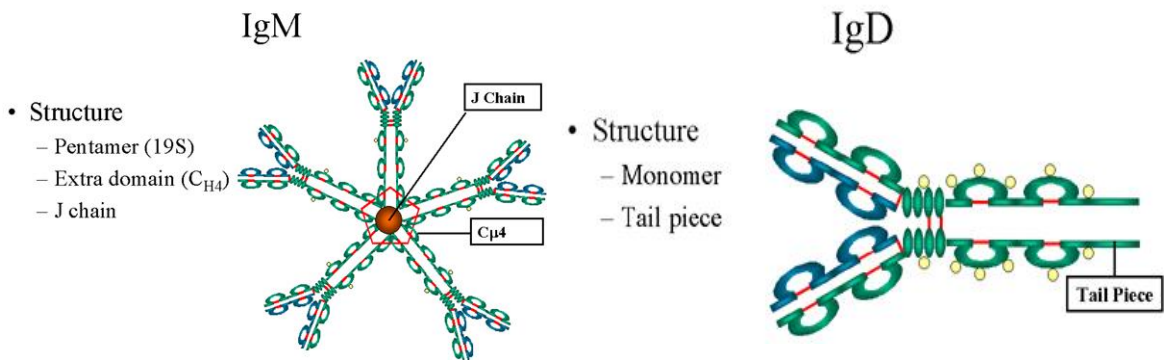
Obr. 6: Struktura IgG a IgA. [52]



- **IgA** – jelikož jsou tyto protilátky produkovány B-lymfocyty, které se vyskytují ve slizničních vrstvách, nazývají se jinak také slizniční protilátky. Jejich koncentrace v séru je 1,5 g/l. **Funkce:** blokáda adhezních molekul, opsonizace. IgA nejsou schopny aktivovat komplement. [53]
- **IgM** – jejich koncentrace v séru je 1 - 1,5 g/l a tvoří 10 % všech protilátek v séru. Na rozdíl od IgG mají krátký poločas, a proto v plasmě přetrvávají jen krátce po zlikvidování antigenu. Díky své pentamerové struktuře nepronikají do tkání, ale zůstávají v cévním řečišti. Jsou tvořeny jako první při zahájení specifické imunitní reakce. Pozitivní průkaz IgM proti antigenu značí akutní infekci. **Funkce:** aktivace komplementu, tvoří jako jediné odpověď na polysacharidové antigeny (ABO systém), aglutinace. [53]

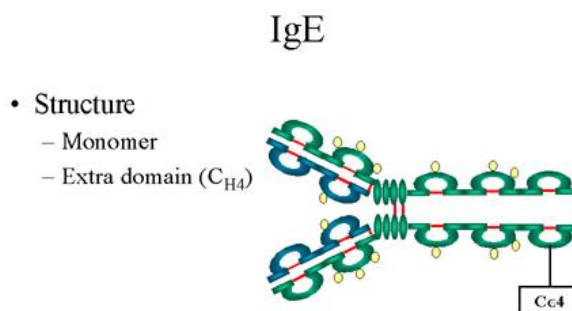


Obr. 7: Struktura IgM a IgD. [52]



- **IgD** – jsou monomery v relativně nízké koncentraci v séru. Vyskytují se především na povrchu B-lymfocytů, kde mají funkci receptoru pro antigen. Vyvolávají uvolňování histaminu z mastocytů a bazofilních leukocytů. Spolupodílí se na rozvoji senné rýmy nebo alergického astmatu po navázání na antigen. [53]
- **IgE** – v séru se nacházejí v množství asi 0,5 g/l. IgE jsou homocytotropní (brzké navázání na jiné buňky vlastního těla), a tím jsou i více stabilnější než jako volné. Protilátky IgE jsou zodpovědné za reakce časně přecitlivělosti. **Funkce:** uvolňují mediátory zánětu (histamin, serotonin, prostaglandiny, leukotrieny), mají úlohu v antiparazitární obraně tím, že stimulují procesy k vypuzení (průjem apod.). [53]

Obr. 8: Struktura IgE. [52]



### 3.2.2 Laktoferin

Další významnou látkou, kterou obsahuje kolostrum je laktoferin. Laktoferin, někdy také nazývaný laktotransferin, je protein vyskytující se v mléce většiny savců, který dostal jméno podle schopnosti vázat železo a podle jeho výskytu v mléce. K jeho biologickým funkcím v těle patří udržování stálé a rovnoměrné hladiny železa

v organismu. Řízení této hladiny železa probíhá převážně v tenkém střevě, kde je železo přijímáno z potravy. Bylo také objeveno, že kromě schopnosti vázat na sebe železo, dokáže navázat i jiné kovy, ale s nižší silou. [54]

Dalším významným účinkem laktoferinu je ovlivňování zastoupení bakterií ve střevech. Svou přítomností ve střevech je významným způsobem chrání před působením nebezpečných choroboplodných bakterií. Dále byl pozorován vztah k řízení buněčného růstu, diferenciaci buněk a protizánětlivé aktivitě. Z těchto faktů vyplývá, že laktoferin má možný vztah ke zhoubným nádorům a procesům nebezpečného rozšiřování rakovinného bujení (metastazování). [54]

### 3.2.3 Růstové faktory

Kolostrum mimo jiné obsahuje růstové faktory, což jsou specifické látky peptidového charakteru indukující buněčnou proliferaci, které se v lidském organismu uplatňují zejména při reparaci a regeneraci poškozených tkání, a to nejen v dospělosti, ale také v průběhu ontogeneze. [56]

- **Růstový faktor IGF-1** – inzulinu podobný růstový faktor (insulin like growth factor) je důležitý růstový hormon, který zprostředkovává proteinový anabolický růst a podporuje účinky hypofyzárních růstových hormonů. [57]
- **Růstový faktor TGF-A a TGF-B** – transformující růstové faktory aktivují signální dráhu pro buněčnou proliferaci a diferenciaci, dále se podílejí na tvorbě a rekonstrukci DNA, RNA a regeneraci svalové tkáně. [55]
- **Růstový faktor EGF** – epidermální růstový faktor je protein, který stimuluje buněčné dělení (mitózu) a diferenciaci buněk. [58]

### 3.2.4 Ostatní složky kolostra

Kolostrum dále obsahuje cytokiny, například interleukiny, které slouží ke vzájemné komunikaci mezi imunitními buňkami (bílymi krvinkami), aby koordinovaně ničily původce nemocí a nádorové buňky. Konkrétním příkladem může být interleukin 10, který znesnadňuje usídlení *Helicobacter pylori* a dalších bakterií v trávicím traktu. Další z cytokinů - interferony, jsou odolné vůči kyselinám a vysokým teplotám a chrání hlavně proti virovým infekcím. Dále kolostrum obsahuje lymfokiny, volné aminokyseliny, vitaminy, minerální látky a stopové prvky, polypeptidy bohaté na prolin (působí proti vzniku autoimunitního onemocnění) a různé, pro tělo důležité, enzymy. [45, 55]

### 3.3 Historie užívání kolostra

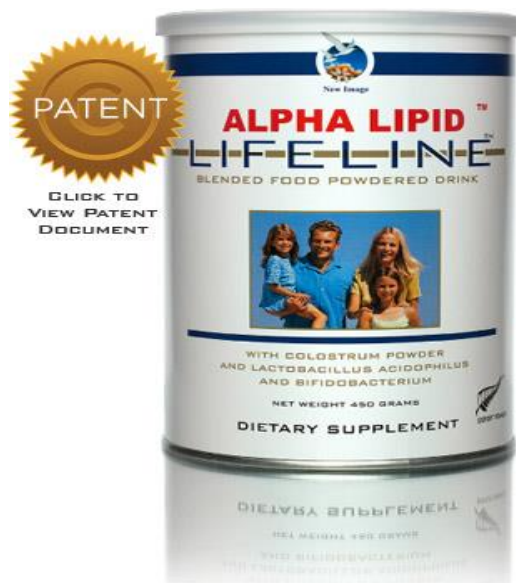
Kolostrum má dlouhou historii ve využití v lékařské praxi, a to zejména v ajurvédské medicíně, a již v dávné minulosti bylo úspěšně používáno k léčbě řady chronických onemocnění. Ajurvédští indičtí lékaři, kterým jsou vlastnosti kolostra známy po celá staletí, využívají jeho zázračné vlastnosti nejen pro fyzické léčení, ale také pro duchovní léčení. Dle hieroglyfových textů bylo kolostrum užíváno již starověkými Egypťany. Masajští domorodci v Keni pili kolostrum po litrech, protože moc dobře věděli, jak prospěšné účinky na ně kolostrum má. Možná právě proto jsou známí pro svou houževnatost v extrémních podmínkách a jejich zdravý kořínek. Krávy jsou pro ně nejdůležitější formou bohatství a mlezivo, kvůli svým účinkům, dokonce opěvují. [59, 60]

V Anglii, Švédsku a Nizozemí bylo mlezivo po staletí tradičním lidovým lékem a tonikem požívaným celou rodinou (dětmi i dospělými) jako záruka celoročního zdraví. Mlezivo získané při prvním dojení krávy (tj. kolostra), následující po narození telete, se tradičně používalo pro přípravu pudingu, který byl oslavou narození a podporou dobrého zdraví. [59, 61]

Koncem 18. století se o mlezivo a jeho potencionální přínos pro zdraví začala zajímat i západní medicína. V důsledku toho začalo být kolostrum předepisováno pro různé účely, včetně posílení imunitního systému a také na bakteriální infekce, ovšem do doby, než byl ve 20. století objeven penicilin a jiná umělá antibiotika. V roce 1950, lékař Albert Sabin, známý pro vyvinutí neúspěšnější vakcíny proti poliomyelitidě, zjistil, že kolostrum obsahuje protilátky proti dětské obrně, a proto doporučil jeho užívání dětem, které poliomyelitidou trpěly. Další využití kolostra začalo být v padesátých letech 19. století populární pro onemocnění revmatoidní artritida. Ovšem po dalších asi čtyřicet let zájem o mlezivo poněkud zeslábl (alespoň v západních kulturách), a to hlavně z důvodu vynalezení levnějších antibiotik, sulfonamidů a dalších syntetických farmaceutických výrobků, které se staly snadno dostupné a byly dobře propagované. [60, 61]

V osmdesátých letech 20. století začalo být kolostrum opět zkoumáno. V roce 2007 uvedl na trh největší světový dodavatel kolostra patentovaný výrobek z mleziva pod názvem The Alpha Lipid Lifeline, který je vyráběn z kolostra novozélandských krav, smíchaného s tělu prospěšnými bakteriemi, vitaminy a minerály. Dnes již na trhu existuje několik různých druhů přípravků kolostra. [62]

Obr. 9: Alpha Lipid Lifeline. [63]



### 3.4 Význam kolostra ve sportu

Jak bylo již výše zmíněno, kolostrum, díky obsahu mnoha komponent obranných imunitních mechanismů, hraje nemalou roli v imunitním systému každého savce, který mohou jak posílit, tak vést ke zlepšení celkového zdravotního stavu jedince. Nyní se práce bude zabývat využitím kolostra mezi sportovci a jeho vlivem jak na sportovní výkon, tak na regeneraci po fyzickém výkonu a také vlivu na nárůst objemu svalové hmoty, jak mnohé komerční kolostrální přípravky slibují.

Studii provedené v roce 1997, jejímž cílem bylo zjistit účinky bovinního kolostra na silový a rychlostní trénink, se podrobilo devět sprinterů a skokanů, kteří absolvovali tři randomizované experimentální tréninky po dobu osmi dní, mezi kterými byl vždy třináctidenní odstup. Část sportovců užívala denně nápoj s obsahem 125 ml kolostra, druhá část sportovců nápoj s obsahem 25 ml kolostra a třetí část placebo. V potréningovém zkoumání bylo zjištěno, že se zvýšil sérový IGF-I u sportovců s 25 ml kolostra a ještě výrazněji u sportovců, kteří požívali 125 ml kolostra denně ve srovnání se sportovci, kteří užívali placebo. Na základě této studie lze konstatovat, že podávání kravského kolostra může při tréninku zvyšovat koncentraci růstového IGF-I v krevní plazmě, a to vést k rozvoji svalové hmoty a příznivějším sportovním výkonům. [64]

V roce 2002 provedl Hofman s dalšími autory studii, ve které byl zkoumán vliv bovinního kolostra na sportovní výkon u elitních hráčů pozemního hokeje. Dvojitě zaslepenou studii absolvovalo sedmáct žen a osmáct mužů, kteří po dobu osmi týdnů dostávali denně buď suplementy s obsahem bovinního kolostra (60 g), či syrovátkovou

bílkovinu. Zkoumán byl vliv kolostra na složení těla a sportovní výkon jako je sprint, výbušná síla (skok do výšky na místě), člunkový běh a tzv. suicide test. Po podávání kolostra se výrazně zlepšila výkonnost při sprintérském testu oproti kontrolní skupině se syrovátkovou bílkovinou a podobně se po požívání kolostra zlepšila také výbušná síla. Nicméně nebyly zjištěny žádné významné rozdíly ve složení těla. Dospělo se tedy k závěru, že mlezivo zlepšuje sprintérský výkon více než syrovátka, ovšem bez významnějších rozdílů ve složení těla. Dále nebyl zjištěn vliv na vytrvalostní výkon. [65]

Další provedená studie se zabírala vlivem malých dávek kolostrálních doplňků na sportovní výkon cyklistů, který trval více než deset týdnů a zahrnoval pět dní vysoce intenzivního trénování. Testováno bylo 29 vysoce trénovaných silničních cyklistů (mužů) na čtyřicet kilometrů dlouhé časovce. Čtrnáct mužů denně dostávalo přípravek s obsahem 10 g bovinního kolostra a zbylých patnáct mužů tvořilo placebo skupinu, která dostávala přípravek s obsahem 10 g syrovátky. Výsledkem této studie se stalo zlepšení výkonu při časovce na 40 km dlouhé trati během vysoce intenzivního tréninku. [66]

Antonio, Sanders a Van Gammeren vytvořili v roce 2001 studii, ve které zkoumali efekt osmi týdenní suplementace bovinním kolostrem na tělesné složení a sportovní výkon u aktivních mužů a žen. Účastníci byli náhodně rozděleni do dvou skupin – kolostrální skupina (20 g prášku kolostra denně) a placebo skupina (syrovátková bílkovina). Každá skupina podstupovala aerobní a těžkou zátěž alespoň třikrát týdně. Cvičení zahrnovala běhání na běžeckém pásu do vyčerpání, jedno zvednutí maximální zátěže na bench pressu a celkový počet opakování provedených během jedné série do vyčerpání při submaximální zátěži na bench pressu (50 % tělesné hmotnosti pro ženy a 100 % tělesné hmotnosti pro muže). Výsledky ukázaly významný nárůst tělesné hmotnosti u syrovátkové placebo skupiny (průměrně o 2,11 kg), zatímco skupina s kolostrem zaznamenala značný nárůst tukuprosté hmoty (průměrně o 1,49 kg). Lze tedy říci, že suplementace kolostrem (20 g/d) v kombinaci s cvičením po osm týdnů může zlepšit tělesné složení ve smyslu tukuprosté hmoty. [67]

Jiná studie zabývající se účinkem bovinního kolostra na anaerobní výkon a hladinu plasmatického IGF-I uvádí, že suplementace kolostrem způsobila výrazné zvýšení maximální anaerobní síly. Neměla ovšem vliv na obsah IGF-I v plazmě. Ani studie Kuiperse et al. neprokázala po čtyřtýdenní suplementaci 60 g bovinního kolostra změny hladiny IGF-I v krvi. Není tedy dokázáno, že po orálním požívání kolostrálních doplňků stravy by se zvyšovala hladina IGF-I v krvi. Tuto skutečnost lze určit jako důvod, proč kolostrum není na seznamu zakázaných látek, i přesto, že samotný IGF-I, jako podpůrná látka pro nárůst svalové hmoty, na tomto seznamu je. [68, 69]

Podle studie, na které ve Finsku pracoval Mero et al. se ukázalo, že po požití radioaktivního IGF-I sportovci během tréninku, byl IGF-I kompletně stráven, aniž by

prostoupil do krevního oběhu. Proto se zdá nepravděpodobné, že by za prospěšné účinky kolostra na sportovní výkonnost byl zodpovědný IGF-I. Mechanismy, kterými kolostrum ovlivňuje sportovní výkon, je třeba ještě objasnit. [70, 71]

Podle pěti studií v Crittendenově meta-analýze lze říci, že kolostrum zlepšilo imunitní mechanismy sportovců tím, že se zvýšila hladina IgA v jejich slinách a tím se u nich snížil výskyt chorob horních cest dýchacích. [71]

Dalším benefitem kolostra se na základě studií uvádí rychlejší nástup regeneračních procesů po sportovním výkonu. Náročnější fyzická aktivita a intenzivní trénování může způsobit nejen poškození svalů, ale také stres pro organismus. Stresové hormony, jež jsou během zátěže produkovány, působí katabolicky a také oslabují funkčnost imunitního systému. Proto je nutná dostatečná regenerace tohoto poškození, aby následný výkon nebyl nikterak omezený. Podle Buckleyho z roku 2002 se sice nezlepšil vytrvalostní výkon, nicméně se zvýšila výkonnost během následujícího výkonu až o 5,2 % po osmitýdenní suplementaci kolostrem, pravděpodobně z důvodu zlepšení schopnosti regenerace. [71, 72, 73, 74]

Doporučená denní dávka kolostra se pohybuje od 20 g do 60 g. [75]

## 4 Taurin

### 4.1 Charakteristika taurinu

Taurin je podmíněně esenciální  $\beta$ -aminokyselina s antioxidačním potenciálem, čímž zabraňuje lipoperoxidaci buněčných membrán. Taurin je látkou příbuznou cysteinu (také obsahuje síru), která se přirozeně nachází v organismu, a to především v centrálním nervovém systému, retině, kosterních svalech a ve vysoké koncentraci také v srdci a plicích. I přesto, že taurin není součástí proteinů, řadí se mezi aminokyseliny s nejvyšší koncentrací v tkáních živočichů. V rostlinných organismech se, až na výjimku některých druhů řas, prakticky nevyskytuje. [77, 78, 84]

Taurin se podílí na řadě fyziologických procesů, včetně konjugace žlučových kyselin, osmoregulaci, detoxikaci xenobiotik, stabilizaci buněčných membrán, regulaci stálé hladiny kalcia v krvi. Účastní se metabolických procesů v mozku či regulačních pochodů probíhajících v tukové tkáni. [77, 84]

Nedostatek taurinu může způsobovat různá onemocnění či poruchy jako jsou degenerace sítnice, zpomalení růstu a kardiomyopatie. [77]

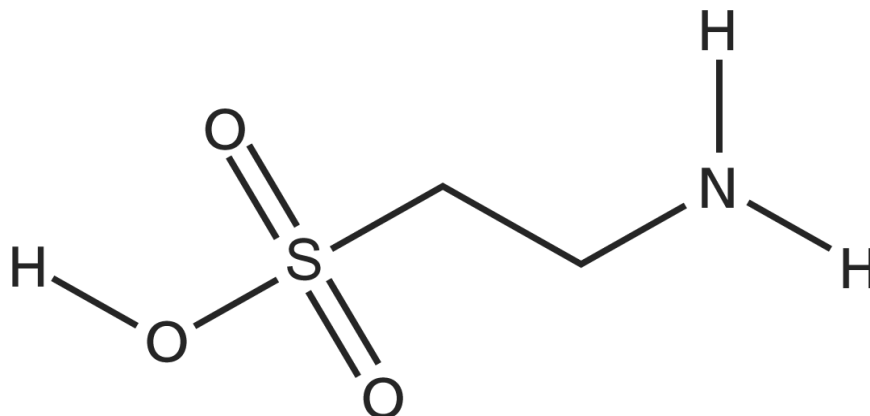
Taurin se také klinicky využívá v léčbě kardiovaskulárních onemocnění, hypercholesterolemie, epilepsie, očních onemocnění, diabetu, Alzheimerovy choroby, onemocnění jater, cystické fibrózy a alkoholismu. [77]

Taurin je pojmenován podle latinského výrazu „taurus“, což v překladu znamená býk. Důvodem tohoto pojmenování je jeho první izolace z dobytčí žluče, kterou v roce 1827 uskutečnili dva němečtí vědci Friedrich Tiedemann a Leopold Gmelin. [85]

### 4.2 Biochemické funkce taurinu

Taurin, kyselina 2-aminoethansulfonová, je derivátem aminokyseliny, a proto je k nim někdy řazen. Od ostatních aminokyselin se ale liší v tom, že namísto karboxylové skupiny obsahuje skupinu sulfonovou. Z tohoto důvodu to není aminokyselina v pravém slova smyslu, ale přesnější označení je proto aminosulfonová kyselina. Taurin je látka, kterou lidské tělo potřebuje, ale chybí mu geny pro jeho syntézu. Naše tělo je sice do jisté míry schopno jej vytvářet v jaterní tkáni z cysteinu či methioninu za pomoci vitamínu B<sub>6</sub>, avšak tato endogenní produkce není mnohdy dostačující, a jsme proto z velké části nuceni taurin přijímat potravou. Taurin je vylučován močí nebo žlučí jako žlučové soli. [76, 80, 81, 82, 83, 84]

Obr. 10: Strukturní vzorec taurinu. [79]



### 4.3 Fyziologické funkce taurinu

Od té doby, co experimentální a klinické studie ukázaly mnoho různých účinků taurinu na fyziologické pochody lidského organismu, začal o něj významně růst zájem.

#### 4.3.1 Konjugace žlučových kyselin

Jedna z hlavních úloh taurinu je konjugace žlučových kyselin. Žlučové kyseliny vznikají v játrech a žlučí se dostávají do střeva, kde umožňují emulgaci a absorpci lipidů a vitaminů rozpustných v tucích. Jako výsledek metabolismu cholesterolu vzniká kyselina cholová a kyselina chenodeoxycholová. Aby tyto kyseliny mohly být vylučovány do žluči, musí být konjugovány buď s glycinem, či taurinem za vzniku žlučových solí. Konjugace žlučových kyselin s taurinem vede ke zvýšené rozpustnosti a vylučování cholesterolu. V důsledku této skutečnosti by se mohlo snížit riziko vzniku aterosklerózy. Přesný mechanismus účinku je ale zatím stále nejasný. [78, 86, 87, 88]

#### 4.3.2 Detoxikace

Mnoho studií potvrdilo, že taurin má také antioxidační účinky, stejně jako ostatní aminokyseliny, které obsahují síru. Při vystavování se radiaci či průmyslovým chemickým sloučeninám i během samotného metabolismu lidského těla jsou produkovány reaktivní formy kyslíku, které mohou svou vysokou reaktivitou poškozovat různé buněčné složky. Taurin nedokáže reaktivní formy kyslíku přímo odstraňovat, ale ukázalo se, že zlepšuje další buněčné antioxidační schopnosti. Výzkum prokázal, že taurin reaguje s kyselinou chlornou, která je produkována v savcích neutrofilech a monocytech peroxidací chloridových iontů prostřednictvím enzymu myeloperoxidázy. Kyselinu chlornou neutralizuje na taurin-chloramin, což je mnohem stabilnější a méně toxická sloučenina, na rozdíl od nestabilních sloučenin - aldehydů, vytvořených kvůli nedostatku taurinu. Jedinci, kteří trpí deficitem taurinu, tak mohou být náchylnější k poškození tkání cizorodými látkami, jako jsou aldehydy, chlór a některé aminy. Dále bylo zjištěno,



že taurin významně inhibuje translokaci střevních endotoxinů, a tím následně zmírňuje poškození jater způsobené těmito látkami. [82, 89, 90, 91, 92]

### **4.3.3 Osmoregulace**

Osmoregulace za pomoci taurinu byla důkladně zkoumána především v centrálním nervovém systému. V mozku taurin představuje hlavní osmoticky aktivní molekulu. Buňky ho používají k regulaci buněčného objemu pro přizpůsobení se osmotické nerovnováze. Pro transport taurinu přes buněčnou membránu jsou potřeba minimálně dva ionty sodíku a jeden iont chloridu. Jestliže u těžce nemocného nastane iontová deplece s nedostatkem těchto iontů, vážne transport taurinu intracelulárně a je narušena také osmotická regulace buňky. [93, 94, 95, 98]

Ukázalo se, že taurin reguluje osmotický tlak v buňkách, udržuje homeostázu intracelulárních iontů, inhibuje fosforylaci membránových proteinů a brání peroxidaci lipidů. Předpokládá se, že jako osmotický regulátor, spolu s kyselinou glutamovou, umožňuje transport metabolicky vytvořené vody z mozku. [96]

### **4.3.4 Kalciový tok**

Taurin je jak intracelulární, tak i extracelulární kalciový regulátor. V konečném důsledku vede přílišná akumulace intracelulárního vápníku k buněčné smrti. Nadměrný přívod kalcia do buněk byl prokázán u různých typů onemocnění myokardu, stejně jako u migrén a dlouhotrvajících epileptických záchvatů. Ukázalo se, že suplementace taurinem působí kardioprotektivně a má také pozitivní účinky u pacientů mající sklony k migrénám nebo epilepsiím. [83, 97]

### **4.3.5 Růst a vývoj**

Taurin je ve vysokých koncentracích přítomen v mateřském mléce. Během prvních měsíců života kojence jeho hladina výrazně klesá. Vzhledem k tomu, že lidé mají omezenou schopnost syntézy taurinu a děti mají omezenou schopnost jeho ukládání, je proto přísun této aminokyseliny z potravy už během novorozeneckého období nezbytný pro správný rozvoj novorozence. [102]

Výzkum účinků taurinu na růst a vývoj u lidí ukázal, že může působit jako „růstový modulátor“ a že jeho nedostatek je zodpovědný za neurologické poruchy zahrnující motorické a mozkové dysfunkce, retardaci vývoje a dále také degeneraci sítnice. [83]

Nejnovější studie z roku 2013 zkoumala, jak by mohlo perinatální vystavení taurinu ovlivnit fyziologické funkce u dospělých zvířat, jako je arteriální tlak krve a hormonální a renální funkce. Zatímco suplementace taurinem v perinatálním období má jen minimální

vliv na fyziologii dospělého, jeho deplece v perinatálním období je spojována s mnoha nepříznivými účinky na zdraví v dospělosti. Nové studie ukazují, že taurin má vliv na mechanismus mnoha fyziologických funkcí, který je ve vztahu s jeho antioxidační aktivitou. Tím vede deplece taurinu v perinatálním období k oxidačnímu stresu u dospělých zvířat. Je tedy pravděpodobné, že tato deplece vede ke zvýšení oxidačního stresu v průběhu celého života. [127]

### **4.3.6 Neuroprotektce**

Již dlouhou dobu je známo, že taurin má funkci neurotransmiteru. Strukturně je podobný inhibitorům neurotransmiteru gamma-aminomáselné kyseliny (GABA) a váže se převážně na glycinové receptory. Taurin je po glutamátu druhá nejčastěji se vyskytující aminokyselina v mozku. Nadměrná stimulace neuronů glutamátem může vést k poškození buněk a následné smrti. Tato aktivace neuronů se změní zvýšením koncentrace volného intracelulárního kalcia. Taurin tedy působí jako neuroprotektor tím, že sníží koncentraci intracelulárního kalcia a membránovou depolarizaci způsobenou excesivním působením glutamátu. [78, 98]

## **4.4 Význam taurinu při různých onemocněních**

### **4.4.1 Poškození sítnice**

Taurin je ve velkém množství obsažen v retině obratlovců. Bylo prokázáno, že deficit taurinu u koček způsobuje poškození světločivných buněk – čípků, což má za následek trvalou degeneraci sítnice. Předpokládá se tedy, že by nedostatek taurinu mohl souviset s retinitis pigmentosa také u lidí, která může vyústit dokonce až v slepotu. [80]

### **4.4.2 Diabetes**

Taurin ovlivňuje glykoregulaci a metabolickou kontrolu tím, že potencuje efekt vazby inzulínu na inzulínové receptory. Bylo zjištěno, že ovlivňuje hladinu glukózy a inzulínu v krvi, zvyšuje syntézu glykogenu a dále se uvádí, že může ovlivňovat funkci a integritu betabuňek pankreatu. Studie ukazují, že suplementace taurinem je účinná při zmírňování některých komplikací diabetu mellitu II. typu. U pacientů postižených tímto onemocněním byla zjištěna snížená hladina taurinu v plasmě, což se upravilo po podání taurinu per os. Taurin je v poměrně vysoké koncentraci obsažen v betabuňkách Langerhansových ostrůvků, je tedy schopen normalizovat sekreci inzulínu u buněk, které jsou porušeny cytokiny. [82, 97, 99]

### 4.4.3 Kardiovaskulární onemocnění

Několik studií prokázalo, že taurin je bezpečný a efektivní terapeutický přípravek na mnohá kardiovaskulární onemocnění. Výzkum z roku 1996 ukázal, že suplementace taurinem od tří do šesti gramů za den po dobu dvou až tří týdnů vede u lidí ke snížení hladiny sérového cholesterolu ve srovnání s placebem. [100]

Další studie z roku 2008 prokázala, že orální doplňování taurinu má za následek snížení sérových hladin lipidů a apolipoproteinu B100 (protein, který tvoří hlavní složku VLDL), které jsou hlavními rizikovými faktory vzniku aterosklerózy a jiných kardiovaskulárních onemocnění. Byla snížena nejen hladina triacylglycerolů, ale poklesl také buněčný cholesterol. [123]

Kromě toho, jak již bylo výše zmíněno, se taurin účastní při regulaci intracelulární hladiny vápníku, čímž chrání srdeční sval před intracelulární kalciovou nerovnováhou, která může vést k buněčné smrti a následnému poškození myokardu. [87, 96]

V roce 2012 byla provedena studie, ve které se vědci zabývali dietním příjmem taurinu a magnesia a jejich preventivními účinky na kardiovaskulární onemocnění. Hodnocen byl vliv životního stylu a efekt taurinu a hořčíku na oxidační stres a funkci endoteliálních progenitorových buněk u lidí. Zkoumáno bylo sedmdesát zdravých mužů ve věku 20 – 30 let. Účastníci dostávali 3 g taurinu nebo 0,43 g Mg po dobu dvou týdnů, v dvojité zaslepeném testu, a poté byl hodnocen nejen oxidační stres a kolonie endoteliálních progenitorových buněk, ale také hladina sérových volných mastných kyselin jak před, tak po suplementaci. Výsledky ukázaly výrazně zvýšené hladiny kolonií endoteliálních progenitorových buněk a razantní snížení markerů oxidativního stresu v periferní krvi a moči. Suplementace taurinem také významně zvýšila hladinu volných mastných kyselin v séru. To znamená, že takovéto doplňování antioxidačních doplňků by mohlo vést k prodloužení života člověka s aktivací reparačních buněk. [126]

### 4.4.4 Onemocnění jater

Ve dvojité zaslepené, randomizované studii byli zkoumáni pacienti s akutní hepatitidou s výrazně zvýšenou hladinou bilirubinu, kterým byl per os podáván taurin v dávkách čtyři gramy třikrát denně po jídle. Ve srovnání s kontrolní placebo skupinou byl u pacientů, kterým byl podáván taurin, zjištěn pozoruhodný pokles hladiny bilirubinu, celkových žlučových kyselin a poměr glycin ku taurin ve žluči během jednoho týdne. Také ikterická doba byla zkrácena. [101]

Taurin tedy ve prospěch zachování funkčních buněk zajišťuje rovnováhu mezi regenerací hepatocytů a podpůrné vazivové tkáně. Především v posledních výzkumech se ukázal významný protektivní efekt taurinu na integritu jaterní tkáně,

kteřá byla chemicky poškozena například tamoxifenem, antiestrogenními cytostatiky a jinými toxickými látkami, které značí hepatotoxicitu vyvoláním lipoperoxidace a inhibicí antioxidačního obranného systému. Taurin stabilizuje rovnováhu antioxidačního systému a aktivní formy kyslíku, a tím ochraňuje jaterní tkáň, hlavně při lipoperoxidačních procesech. [98]

## 4.5 Zdroje taurinu a jeho doporučený denní příjem

Taurin, jakožto podmíněně esenciální  $\beta$ -aminokyselinu, si tělo dokáže do jisté míry samo vytvořit z cysteinu či methioninu, avšak mnohdy je tato endogenní produkce nedostačující a člověk je proto z velké části nucen přijímat taurin potravou. A protože taurin obsahují pouze živočišné produkty, jsou například vegani na endogenní produkci taurinu plně odkázáni. Tuto skutečnost prokázala americká studie již v roce 1988, ve které se zkoumala hladina taurinu u striktních vegetariánů či veganů. Studie se účastnilo 12 mužů, kteří se stravovali veganskou stravou alespoň 53 měsíců, a dalších 14 nevegetariánských mužů, kteří tvořili kontrolní skupinu. U těchto dvou skupin se výrazně lišila plasmatická hladina taurinu (u první skupiny  $\pm 45 \mu\text{mol/l}$ ; u druhé  $\pm 58 \mu\text{mol/l}$ ) a také exkrece taurinu močí byla výrazně odlišná (nižší exkrece u první skupiny –  $\pm 266 \mu\text{mol/d}$ ; u druhé skupiny  $\pm 903 \mu\text{mol/d}$ ). [76, 122]

Nejlepším zdrojem taurinu jsou ryby a mořské plody, maso (zejména červené) a mléko a mléčné výrobky. Dalšími zdroji jsou mořské řasy a pivovarské kvasnice. Také vejce jsou často uváděna jako zdroj taurinu, ovšem dle čínské studie z roku 1998 vejce taurin neobsahují, stejně jako rostliny. [103, 104]

Dle studie z roku 2007, která porovnávala obsah taurinu u různých druhů ryb a mořských plodů, se jako nejvydatnější ukázal platýs (146 mg/100 g čerstvé hmotnosti), následovala jej treska, makrela a losos (108 mg, 78 mg, 60 mg/100 g čerstvé hmotnosti). [105]

Dle již zmiňované čínské studie z roku 1998 byl zaznamenán nejvyšší obsah taurinu u koryšů a měkkýšů, a to v rozmezí od 300 mg do 800 mg na 100 g jedlého podílu. Hovězí, vepřové a jehněčí maso obsahovalo taurin v koncentracích od 30 mg do 160 mg na 100 g. Je také důležité brát v úvahu ztráty určitého množství taurinu, které se vytrácí kuchyňskou úpravou. Jako šetrnější úprava pro taurin se zdá být pečení či smažení před většími ztrátami vařením. Dalšími zdroji taurinu je také většina energetických nápojů (například plechovka Red Bullu s objemem 250 ml obsahuje 1000 mg). Tato informace ovšem není výrobcem mnohdy ani uváděna na obalech výrobků. [103, 106, 107]

Jelikož taurin není považován za esenciální živinu, nejsou zavedeny dietní požadavky na jeho denní potřebu. Obvykle se podává orálně, a to v dávkách 500 mg

až 3000 mg za den v dělených dávkách pro dospělého jedince. Podle mnoha výzkumníků je konzumace až 3000 mg taurinu denně považována za bezpečnou dávku. Pediatrické dávky se liší v závislosti na velikosti a věku dítěte, bývají v rozmezí od 250 mg do 1 g denně v dělených dávkách. Farmakologický efekt se projevuje při přívodu taurinu tři gramy a více za den. [77, 98, 104]

## 4.6 Využití taurinu při sportu

Bylo dokázáno, že taurin zvyšuje efekt vazby inzulínu na inzulínové receptory, což by mohlo mít nemalý vliv na zlepšení přenosu glukózy do svalové tkáně, a tím, díky anabolickému působení, také získání větší svalové síly. Jelikož během tréninku dochází s přibývajícím délkou cvičení k postupnému ubývání taurinu v kosterním svalstvu, je to důvod, proč by se v průběhu tréninku měla pomocí suplementace jeho hladina udržovat na vysoké úrovni. [76, 108, 109, 113]

Taurin má schopnost jak krátkodobé, tak dlouhodobé kontroly funkce iontových kanálů a homeostázy vápníku v příčně pruhovaných svaích. Krátkodobá funkce spočívá ve schopnosti této aminokyseliny intenzivně modulovat vtok iontového kanálu i funkci struktur podílejících se na manipulaci s vápníkem. Dlouhodobé účinky mohou být odhaleny v situacích, kdy ve tkáních dojde k vyčerpání taurinu, což pravděpodobně souvisí se schopností taurinu intracelulárního tuto depleci vyrovnávat, a tím být odpovědný za homeostatickou a osmotickou rovnováhu ve tkáních. Tyto dvě funkce jsou spolu přísně propojeny, jelikož intracelulární hladina taurinu určuje senzitivitu kosterního svalstva k jeho exogenní aplikaci. Myopatie, na kterých se přímo nebo nepřímo podílejí iontové kanály, stejně jako vrozené či získané patologie charakterizované metabolickými změnami nebo změnami v kalciové homeostáze, jsou často doprovázeny se změnou koncentrací taurinu v kosterním svalstvu, a proto i se zvýšeným terapeutickým účinkem této aminokyseliny. Tyto důkazy nasvědčují tomu, že díky schopnosti taurinu ovládat dráždivost sarkolemy a svalovou kontraktilitu, může mít prospěšné účinky v mnoha svalových dysfunkcích. [111]

Tato studie podporuje tvrzení, že by suplementace taurinem mohla mít význam při sportovním výkonu. Díky této suplementaci by se zvýšila síla srdečních kontrakcí, tím se vytlačilo více krve do svalů, a to by vedlo ke stimulačnímu účinku sportovní výkonnosti. Taurin by tedy tímto mechanismem lepšího a rychlejšího prokrvení svalstva mohl stimulovat svaly k rychlejší kontrakci a její větší intenzitě, což by, za předpokladu doplnění taurinu, mohlo mít za následek udržení zvýšené síly během celého tréninku. [109, 110, 112]

Geiss a další autoři studovali efekt nápojů typu Red Bull, které obsahovaly taurin, na vytrvalostní výkon. Deset vytrvalostních atletů jelo šedesát minut na kole při výkonu

70 %  $VO_{2max}$  (maximální spotřeba kyslíku). Poté šlapali do vyčerpání na cykloergometru. Po třiceti minutách jízdy dostal každý účastník 500 ml testovacího nápoje: první skupina dostávala „Red Bull“ bez taurinu a glukuronolaktonu, druhá skupina dostávala „Red Bull“ bez taurinu, kofeinu a glukuronolaktonu a třetí skupina popíjela originální nápoj Red Bull, který obsahuje taurin, kofein i glukuronolakton. Patnáct minut po požití drinku byla u třetí skupiny, která popíjela originální drink Red Bull zjištěna nižší tepová frekvence. Také vytrvalost byla v této skupině prodloužena. Bylo tedy prokázáno, že energetický nápoj Red Bull má pozitivní efekt na vytrvalost, není ovšem jasné, zda za tento výsledek může právě taurin, jelikož ani jedna ze skupin atletů nepožívala nápoj, který by zcela postrádal pouze tuto aminokyselinu. [114]

V roce 2008 byla provedena studie, ve které se autoři zabývali vlivem akutního orálního podání taurinu na 1) jeho plasmatickou hladinu a 2) zkoumali efekt sedmidenní suplementace taurinem na složení aminokyselin ve svalectech a hlavní substrát metabolismu během dvouhodinové jízdy na kole při intenzitě 60 %  $VO_{2max}$ . V první části studie obdrželo sedm dobrovolníků po celonočním hladovění 1,66 g taurinu se snídaní (8 hod.) a s obědem (12 hod.). Během celého dne byly odebírány vzorky krve. Ve druhé části studie se osm mužů podrobilo dvouhodinové jízdě na kole po sedmidenním příjmu 6 gramů glukózy denně (placebo) a následném sedmidenním příjmu taurinu (5 g denně). V první části studie byla výchozí plasmatická hladina taurinu 64  $\mu M$  a po dvou hodinách (10 hod.) se výrazně zvýšila na 778  $\mu M$  a i nadále zůstala zvýšená do poledne (359  $\mu M$ ). Nejvyšší hladiny dosáhla ve 13 hodin (973  $\mu M$ ) a v 16 hodin klesla na 161  $\mu M$ . Ve druhé části studie se zjistilo, že sedmidenní příjem taurinu neměl vliv na jeho koncentraci ve svalectech ani v klidu, ani po cvičení. Nebyly zjištěny žádné změny ve svalovém glykogenu nebo jiných svalových metabolitech. Lze tedy říci, že dle této studie se plasmatická koncentrace taurinu po jeho podání zvýšila až třináctkrát, na druhou stranu se tato schopnost nijak neprojevila po pravidelném sedmidenním příjmu taurinu v obsahu kosterního svalstva, stejně jako nenastaly žádné změny v oxidativním spalování cukrů či tuků. [117]

Tuto skutečnost ovšem částečně vyvrací následující, novější studie, ve které bylo prokázáno, že suplementace taurinem má určitý vliv na spalování tuků.

Dle studie z roku 2010, ve které vědci zkoumali, jak požití taurinu ovlivní sportovní výkon a využití složek těla k získání energie u cyklistů při časovce, ve srovnání s kontrolní a placebo skupinou. Randomizované, dvojitě zaslepené studie se zúčastnilo jedenáct mužů cyklistů, kteří se podrobili třem pokusům. Sportovci zkonsumovali hodinu před začátkem výkonu nápoj, který neobsahoval cukr a do kterého byl přidán (v případě taurinové skupiny) 1,66 g taurinu. Zbylé dvě skupiny pily nápoj bez obsahu této aminokyseliny. Účastníci poté absolvovali jízdu na kole při zhruba 66,5 %  $VO_{2max}$  po dobu

90 minut, po níž bezprostředně následovala časovka. Informace o podání tekutin, vydechovaném plynu, tepové frekvenci a hodnocení vnímané námahy byly zaznamenávány po patnáctiminutových intervalech během devadesátiminutové jízdy na kole. Vědci v této studii nezaznamenali žádný vliv podání 1,66 g taurinu na zvýšení výkonnosti při časovce. Zjistilo se ovšem, že podání taurinu vedlo k malému, leč poměrně významnému zvýšení oxidace tuků (o 16 %) při devadesátiminutové jízdě na kole, ve srovnání se zbylými dvěma skupinami. [116]

Doktor Lawrence L. Spriet porovnával různé studie zabývající se vlivem taurinu na sportovní výkon a na jejich základě zpracoval v roce 2012 článek, který tyto účinky sumarizuje. Studie, ve kterých se zkoumal efekt taurinu u hlodavců ukázaly, že suplementace touto aminokyselinou zvyšuje jeho obsah ve svalech a delší sportovní výkon způsobuje v kosterním svalstvu jeho pokles. Mimo to, změny v koncentracích taurinu souvisely se svalovou funkcí: když byl zaznamenán pokles koncentrace taurinu ve svalech, snížila se také jejich kontrakční schopnost. Při suplementaci taurinem po dobu dvou týdnů, se zvýšil i jeho obsah ve svalech, a to o 40 %, a tím se zlepšila také svalová síla (síla škrubnutí o 19 %). Doba trvání běhu do vyčerpání byla v případě podání taurinu výrazně prodloužena. A navíc bylo po podání taurinu krysám výrazně sníženo vylučování kreatinu, kreatininu a 3-methylhistidinu<sup>2</sup> po sportovním výkonu. Nicméně, žádný z těchto účinků nebyl prokázán u lidí. [118, 119, 121]

Taurin také neměl žádný vliv na normální fyziologické a mentální reakce při fyzickém výkonu, jako například na tepovou frekvenci a hodnocení vnímané námahy ve srovnání s kontrolní a placebo skupinou. [116, 119]

V současné době se tvrdí, že taurin je funkční přísada (~ 1000 – 2000 mg taurinu v jedné dávce) většiny komerčních „energy“ drinků, o kterých mnozí výrobci prohlašují, že taurin v nich obsažený působí ergogenicky při různých cvičeních. Nicméně, neexistují vědecké důkazy, které by tato tvrzení přímo podporovaly, jelikož většina z provedených studií se zabývá spíše metabolickými, kognitivními a výkonnostními účinky taurinové suplementace v kombinaci s mnoha dalšími látkami, u kterých je potvrzený ergogenický účinek (např. kofein či sacharidy) nebo nebyly použity vhodné kontrolní placebo nápoje. Z tohoto důvodu zatím nebyla prokázána role samotného taurinu pro zlepšení fyzické výkonnosti či ovlivnění metabolismu u lidí. I přes značný nárůst plasmatického taurinu po požití jeho velkých dávek se neprokázalo, že by zvyšoval vytrvalostní výkon u dobře

---

<sup>2</sup> 3-methylhistidin „je ukazatelem degradace proteinů svalstva a může být rovněž použit ke stanovení svalové hmoty jedinice (3-methylhistidin je zbytek aminokyseliny vytvářený pouze proteiny myofibril, aktinem a myozinem)... Dochází-li k odbourávání svalových proteinů, vylučuje se 3-methylhistidin do moči a může být kvantitativně stanoven.“ [120, s. 103]

trénovaných sportovců nebo se dokázal hromadit ve větších množstvích v kosterních svalech, ani v případech, kdy byl konzumován po delší dobu (5 g za den po dobu sedmi dní). Tato data naznačují, že suplementace taurinem nemá ergogenní účinky u lidí. [119]

Buňky neustále produkují volné radikály a reaktivní formy kyslíku, což tvoří součást metabolických procesů. Tyto volné radikály jsou neutralizovány komplikovanými antioxidačními obrannými mechanismy. Během fyzického výkonu může vznikat nerovnováha mezi vznikem takovýchto reaktivních forem kyslíku a antioxidantů. Tomuto stavu se říká oxidační stres. Oxidační stres může vést k významnému poškození svalové tkáně jak během sportovního výkonu, tak také po něm. Vysoká hladina taurinu přítomná ve svalech může mít významnou roli v buněčné ochraně proti volným radikálům, které toto poškození způsobují. [124, 125]

Tímto účinkem se zabývala studie z roku 2011 provedená na laboratorních kryších, ve které se vědci zabývali zmírněním oxidačního stresu po excentrickém cvičení vlivem příjmu taurinu. Osmnáct samčích kryš bylo rozděleno do tří skupin po šesti samcích: kontrolní skupina, skupina s excentrickým cvičením a skupina s excentrickým cvičením a taurinem. Po čtrnáctidenní suplementaci se zvířata podrobila devadesátiminutovému cvičení. 48 hodin po cvičení byla zvířata zabita a chirurgicky jim byl odebrán kvadriceps stehenní. Z těchto vzorků bylo zjištěno, že taurin ovlivnil kontrakce kosterní svaloviny snížením oxidačního stresu, ve spojení se snížením produkce superoxidových radikálů. [125]

Další vliv měl taurin na snížení nahromaděného laktátu po fyzickém výkonu u myši. Taurin, po dvoutýdenní suplementaci, výrazně snížil nakumulovanou koncentraci laktátu po běhu na dlouhou vzdálenost. [128]



## Diskuse

21. století můžeme charakterizovat jako dobu, která zaznamenala obrovský rozvoj masmédií. S tímto rozvojem také úzce souvisí reklama. Každý člověk se s reklamou setkává několikrát denně, a to v televizi, v rádiu, prostřednictvím internetu či díky propagačním letákům. V reklamách často vidíme dokonalost. Ať už jsou to modelky, které ukazují svá dokonale štíhlá těla, či svalovci s dechberoucími svaly.

Reklamy nám často nabízejí výrobky, které slibují zázračné účinky ve velmi krátké době. Je však realitou, že málokterý z nabízených výrobků má svou účinnost vědecky prokázanou.

Člověk, který se rozhodne se sebou něco dělat, ať už chce hubnout či nabírat svalovou hmotu, se samozřejmě často nechá reklamou ovlivnit. Možná je to tím, že lidé díky své pohodlnosti věří, že existují výrobky, které mohou veškerou „práci“ udělat za ně. Často se tedy stává, že v rámci „lepšího a zdravějšího“ života lidé bezmyšlenkovitě užívají deset doplňků stravy, protože v reklamě přece říkali, že to skutečně funguje a prospějeme tak našemu tělu. Tím ale svému tělu mnohdy spíše uškodí.

V případě, že někdo trpí zdravotním problémem, který vyžaduje určitý doplněk stravy, je užívání tohoto doplňku skutečně vhodné a tělu prospěšné.

Doplňky stravy mohou v některých případech fungovat jako určité povzbuzení pro zdravější životní styl. Člověka, který se ve svém životě rozhodne uskutečnit nějakou změnu, ať už jde o vyváženější stravu či pohybovou aktivitu, může určitý doplněk stravy vhodně motivovat a být jakousi hnací silou k vytouženému cíli. Doplněk však vždy zůstane pouhým doplňkem a nikdy zcela nenahradí úsilí, které musí člověk vynaložit sám.

## Závěr

Podle většiny studií, které byly pro tuto práci zkoumány, se potvrdilo, že chrom hraje důležitou roli v léčbě diabetiků. Prokázala se účinnost chromu na potenciaci inzulinové aktivity, zlepšení glukózové tolerance a také snížení hladiny cholesterolu. Tyto účinky se ovšem neprokázaly při doplňování chromu u lidí, kteří nejsou postiženi diabetem a přijímají průměrné množství chromu z potravy. Výsledek zkoumání vlivu chromových doplňků na snížení tělesné hmotnosti je velice rozporuplný. Nelze jednoznačně vyhodnotit, zda tento účinek chrom vykazuje. U poloviny dostupných studií se tento efekt prokázal, u druhé poloviny nikoli. V případě prokázání anabolického účinku chromu byly výsledky jednoznačnější. Ačkoli by se díky biochemickým funkcím chromu v lidském těle mohlo jevit jako jisté, že podporuje budování svalové hmoty, převážná většina zkoumaných studií tento efekt vyvrátila. Přesto mnozí autoři ve svých publikacích věnujících se fitness výživě často toto tvrzení propagují.

Kolostrum, jakožto přípravek bohatý na složky, které přirozeně tvoří imunitní systém, může prokazatelně podpořit jeho funkci v mnoha směrech. Takto jistý ovšem není vliv kolostrálních přípravků na zlepšení sportovního výkonu. Jedná se samozřejmě o kvalitní protein a díky jeho obsahu IGF-I by se mohlo zdát jako výborný prostředek pro nárůst svalové hmoty. Tato skutečnost ovšem nebyla potvrzena v žádné z dostupných studií. Za pozitivní výsledek lze označit schopnost rychlejší regenerace po sportovním výkonu. Dle několika studií se také zlepšil sprintérský výkon po suplementaci kolostrem, nikoli ovšem vytrvalostní. V jedné ze zkoumaných studií se potvrdilo zlepšení tělesného složení ve smyslu tukuprosté hmoty, jiné studie tento poznatek ovšem vyvrátily. Nelze tedy jednoznačně říci, zda je kolostrum vhodným přípravkem pro zlepšení jakéhokoli sportovního výkonu. Pro tyto účely by mohlo být vhodnější používání jiných, osvědčenějších přípravků, které mají v tomto směru prokazatelnější vliv. Kolostrum lze doporučit jako velice hodnotný a bezpečný přípravek pro posílení imunitního systému.

Taurin hraje nezastupitelnou roli v mnoha pochodech lidského těla. Podílí se na konjugaci žlučových kyselin, čímž dle několika studií snižuje hladinu cholesterolu a působí tak kardioprotektivně, stejně jako se ukázala být kardioprotektivní jeho úloha v kalciové regulaci. Díky schopnosti regulovat hladinu kalcia se také uplatňuje jako neuroprotektor. Významného činitele hraje při detoxikaci, kde se vykazuje antioxidační schopnost. Taurin se tedy podle dostupných studií jeví pro organismus jako nezbytná látka. Ukázalo se, že taurin díky schopnosti ovládat svalovou kontraktilitu, dokáže zvýšit sílu také srdečních kontrakcí a tím, z důvodu lepšího prokrvení organismu, stimulovat sportovní výkonnost. To ovšem rázem vyvrátila většina dalších dostupných studií, ve kterých se tento efekt neprokázal. Po jeho podání se sice zvýšila jeho plazmatická koncentrace, to ovšem nemělo vliv na obsah v kosterním svalstvu. V jedné ze studií se

jako pozitivní ukázala zvýšená oxidace tuků po suplementaci, ostatní studie tento fakt ale nepotvrdily. V několika dalších studiích se prokázal vliv taurinu na snížení oxidačního stresu, což by mohlo mít pozitivní vliv nejen pro sportovce. Tyto výsledky naznačují, že taurin jako suplement pro sportovce není až tak významný jako například pro léčebné účely. Ačkoli by se díky jeho obsahu v energetických nápojích mohl jevit jako výborný stimulační prostředek, jeho ergogenní efekt se z většiny zkoumaných studií spíše nepotvrdil a je tedy zapotřebí dalších výzkumů, které by tato tvrzení objasnila.

## Použitá literatura

1. KAMEN, Betty. Chrom je pro vás důležitý: Lekce výživy. Praha: Pragma, 2000. ISBN 80-7205-697-2.
2. PECHOVÁ, A. a L. PAVLATA. Chromium as an essential nutrient: a review. *Chromium as an essential nutrient: a review* [online]. 2007, vol. 52, no. 1, s. 1-18 [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/00554.pdf>
3. VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, xxii, 602 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
4. Discovery of Insulin. In: *The Association of the British Pharmaceutical Industry* [online]. © 2005 [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: [http://www.abpischools.org.uk/page/modules/diabetes\\_16plus/diabetes5.cfm](http://www.abpischools.org.uk/page/modules/diabetes_16plus/diabetes5.cfm)
5. ADC číselník. PHARMINFO. *Polynikotinát chromu* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://www.adcc.sk/web/potravinove-doplanky/aktivnata/latka/profil/polynikotinac-chromu-chrom-profil-1024.html>
6. Expert Group on Vitamins and Minerals. *Review of Chromium* [online]. 2002 [cit. 2013-11-20]. Dostupné z: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/reviewofchrome.pdf>
7. GROPPER, Sareen S. a Jack L. SMITH. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 6th ed. Wadsworth: Cengage, 2013. ISBN 978-1-133-10405-6.
8. The journal of nutrition. *The Biochemistry of Chromium* [online]. 2013 [cit. 2013-11-20]. Dostupné z: <http://jn.nutrition.org/content/130/4/715/F1.expansion>
9. EUFIC: European food information council. *Chrom v strave* [online]. 2008 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.eufic.org/article/sk/6/28/artid/Chrom-v-strave/>
10. KIRCHHOFF, Souci; Fachmann; Kraut. Bearb. von Eva. *Food composition and nutrition tables = Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen = La composition des aliments, tableaux des valeurs nutritives*. 7., rev. und erg. Aufl. Stuttgart [u.a.]: MedPharm Scientific Publ. [u.a.], 2008. ISBN 08-493-4141-8.
11. EHRLICH, Steven D. University of Maryland Medical Center. Chromium [online]. 2011 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://umm.edu/health/medical/altmed/supplement/chromium>
12. GROPPER, Sareen S., Jack L. SMITH a James L. GROFF. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 5th ed. Wadsworth: Cengage, 2009. ISBN 978-0-495-11657-8.
13. United States Department of Agriculture: National Agricultural Library. *Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Vitamins* [online]. 2010 [cit. 2013-11-24]. Dostupné z: [http://iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/RDA%20and%20AIs\\_Vitamin%20and%20Elements.pdf](http://iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/RDA%20and%20AIs_Vitamin%20and%20Elements.pdf)
14. DAVIS JM, WELSH RS, ALERSON NA. Effects of carbohydrate and chromium ingestion during intermittent high-intensity exercise to fatigue. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. [online]. 2000;10(4):476–485 [cit. 2013-11-24]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11099374>
15. International Diabetes Federation. *One adult in ten will have diabetes by 2030* [online]. Brussels, 2013 [cit. 2013-12-04]. Dostupné z: <http://www.idf.org/media-events/press-releases/2011/diabetes-atlas-5th-edition>

16. PRESS, R.I. a J. GELLER. The effect of chromium picolinate on serum cholesterol and apolipoprotein fraction in human subjects. *West J. Med.* [online]. 1990, č. 151, s. 41. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1002252/>
17. SCHWARZ, K. a W. MERTZ. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. *Arch. Bioch. Biophys.* 1959, č. 85, s. 292.
18. LAU, Francis C., Manashi BAGCHI, Chandan K. SEN a Debasis BAGCHI. Nutrigenomic basis of beneficial effects of chromium(III) on obesity and diabetes. *Molecular and Cellular Biochemistry* [online]. 2008, vol. 317, 1-2, s. 1-10. DOI: 10.1007/s11010-008-9744-2. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11010-008-9744-2>
19. TALBOTT, Shawn M. *A guide to understanding dietary supplements* [online]. New York: Haworth Press, 2003, xxv, 713 p. ISBN 07-890-1456-4. Dostupné z: [http://books.google.cz/books/about/A\\_Guide\\_to\\_Understanding\\_Dietary\\_Supplements.html?id=\\_MZuzOzCngEC&redir\\_esc=y](http://books.google.cz/books/about/A_Guide_to_Understanding_Dietary_Supplements.html?id=_MZuzOzCngEC&redir_esc=y)
20. ALTHUIS, Michelle D., Nicole E. JORDAN, Elizabeth A. LUDINGTON a Janet T. WITTES. Glucose and insulin responses to dietary chromium supplements: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2002, roč. 76, č. 1. Dostupné z: [http://ajcn.nutrition.org/content/76/1/148.abstract?ijkey=a11e30114fefcbe3b77b31b5b62234af6932bfe2&keytype2=tf\\_ipsecsha](http://ajcn.nutrition.org/content/76/1/148.abstract?ijkey=a11e30114fefcbe3b77b31b5b62234af6932bfe2&keytype2=tf_ipsecsha)
21. SHARMA, Shilpi, Rajendra Prasad AGRAWAL, Maya CHOUDHARY, Shreyans JAIN, Shekhar GOYAL a Vivek AGARWAL. Beneficial effect of chromium supplementation on glucose, HbA1C and lipid variables in individuals with newly onset type-2 diabetes. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* [online]. 2011, roč. 25, č. 3. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0946672X11000472>
22. ANDERSON, R. A. Chromium. In CABALLERO, Benjamin, Lindsay ALLEN a Andrew PRENTICE. *Encyclopedia of human nutrition*. 2nd ed. Boston: Elsevier/Academic Press, 2005, s. 396-401. ISBN 0121501108. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0122266943000600>
23. ANDERSON, R. A. Role of Dietary Factors: Micronutrients. *Nutrition Reviews*. 2000, roč. 58, č. 3, s. 10-11.
24. KREJPCIO, Z. Essentiality of Chromium for Human Nutrition and Health. *Polish Journal of Environmental Studies* [online]. 2001, roč. 10, č. 6. Dostupné z: <http://www.pjoes.com/pdf/10.6/399-404.pdf>
25. ANDERSON, R. A. Essentiality of chromium in humans. *Science of the Total Environment*. 1989, č. 86.
26. URBERG M., ZEMMEL M.B. Evidence for synergism between chromium and nicotinic acid in the elderly humans. *Metabolism* [online]. 1987, č. 36. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0026049587901004>
27. YAZAKI, Yuka, Zubaida FARIDI, Yingying MA, Ather ALI, Veronika NORTHRUP, Valentine Yanchou NJIKE, Lauren LIBERTI a David L. KATZ. A Pilot Study of Chromium Picolinate for Weight Loss. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* [online]. 2010, roč. 16, č. 3. Dostupné z: <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/acm.2009.0286>

28. ONAKPOYA, I., P. POSADZKI a E. ERNST. Chromium supplementation in overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Obesity Reviews* [online]. 2013, vol. 14, issue 6, s. 496-507. DOI: 10.1111/obr.12026. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/obr.12026>
29. BALK, E. M., A. TATSIONI, A. H. LICHTENSTEIN, J. LAU a A. G. PITTAS. Effect of Chromium Supplementation on Glucose Metabolism and Lipids: A systematic review of randomized controlled trials. *Diabetes Care* [online]. 2007-08-01, vol. 30, issue 8, s. 2154-2163 [cit. 2014-02-01]. DOI: 10.2337/dc06-0996. Dostupné z: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/doi/10.2337/dc06-0996>
30. KLEINER, Susan M a Maggie GREENWOOD-ROBINSON. *Fitness výživa*. 1. vyd. Překlad Daniela Stackeová. Praha: Grada, 2010, 304 s. ISBN 978-802-4732-534.
31. Effect of Chromium Picolinate on Insulin Controlled Parameters in Humans. *International Journal of Biosocial and Medical Research*. 1989, vol. 11, pp. 163-180.
32. LUKASKI, H. C., W. W. BOLONCHUK, SIDERS a D. B. MILNE. Chromium supplementation and resistance training: effects on body composition, strength, and trace element status of men. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1996, roč. 63, č. 6 [cit. 2014-02-08]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/63/6/954.abstract?sid=b2d04f45-dad1-4ef7-af6f-458101dc891f>
33. JEEJEEBHOY, K. N., R. C. CHU, E. B. MARLISS, G. R. GREENBERG, A. BRUCE-ROBERTSON . Chromium deficiency, glucose intolerance, and neuropathy reversed by chromium supplementation in a patient receiving long-term total parenteral nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1977; roč. 30, č. 4 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: [http://ajcn.nutrition.org/content/30/4/531.abstract?ijkey=ac44745399f72585db340839166de84cef590d0d&keytype2=tf\\_ipsecsha](http://ajcn.nutrition.org/content/30/4/531.abstract?ijkey=ac44745399f72585db340839166de84cef590d0d&keytype2=tf_ipsecsha)
34. FREUND, Herbert. Chromium Deficiency During Total Parenteral Nutrition. *JAMA: The Journal of the American Medical Association* [online]. 1979-02-02, vol. 241, issue 5, s. 496- [cit. 2014-02-09]. DOI: 1979.03290310036012. Dostupné z: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.1979.03290310036012>
35. BROWN, R. O., S. FORLOINES-LYNN, R. E. CROSS a W. D. HEIZER. Chromium deficiency after long-term total parenteral nutrition. *Dig Dis Sci* [online]. 1986, roč. 31, č. 6 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3086063>
36. KVASNIČKOVÁ, Alexandra. *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*. 1. vyd. Praha: ÚZPI-Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998, 85 - 88. ISBN 8085120941.
37. KOHOUT, Pavel. *Potraviny - součást zdravého životního stylu*. Olomouc: SOLEN, 2010, s. 82. ISBN 9788087327395.
38. Brewer's yeast. *Sona Nutrition* [online]. [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://www.sona.ie/brewer-s-yeast.html>
39. Niacin-Bound Chromium. *Swanson Health Products* [online]. 2014 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://www.swansonvitamins.com/swanson-ultra-niacin-bound-chromium-200-mcg-120-caps>

40. Spring Valley Chromium Picolinate, 1000mc. *Wal-Mart Stores* [online]. 2013 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://www.walmart.com/ip/Spring-Valley-Chromium-Picolinate-1000mc/13866106>
41. EMBLETON, Phil a Gerard THORNE. *Suplementy ve výživě: ucelený informativní průvodce užíváním ergogenních látek v kulturistice*. 1. vyd. Pradubice, 1999, 576 s. ISBN 80-902-5897-2.
42. Věda pro praxi: Chrom a GTF. *Medicína: Odborné fórum lékařů a farmaceutů* [online]. 1998, roč. 11, č. 5 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: [http://www.zdrava-rodina.cz/med/med1198/med1198\\_27.html](http://www.zdrava-rodina.cz/med/med1198/med1198_27.html)
43. Chromium picolinate. In: *EVISA* [online]. © 2003 - 2010 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://www.speciation.net/Glossary/chromium-picolinate-;501>
44. Chromium Polynicotinate. In: *Shanghai Sunwin Chemicals Co.,Ltd.* [online]. [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://www.chemnet.com/ChinaSuppliers/32336/Chromium-Polynicotinate--1218512.html>
45. Co je kolostrum. *IMUNOTOP CZ* [online]. [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: [http://www.imunotop.cz/Co\\_je\\_kolostrum.aspx?tracemenu=](http://www.imunotop.cz/Co_je_kolostrum.aspx?tracemenu=)
46. Colostrum. *Ronnie.cz* [online]. © 2001-2012 [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: <http://obchod.ronnie.cz/s-2730-colostrum.html>
47. Kolostrum. *Vitalvibe: Životodárné přírodní potraviny* [online]. © 2011 - 2013 [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: [http://www.vitalvibe.eu/cs/imunitni-system/187-kolostrum-180-kapsli.html?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=CZ-kolostrum](http://www.vitalvibe.eu/cs/imunitni-system/187-kolostrum-180-kapsli.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=CZ-kolostrum)
48. BOJDA, Karel. Kolostrum – Nová dimenze bioléčby v aplikované imunologii. *Pharmanews: odborný časopis pro lékárníky a asistenty* [online]. 2009, č. 06 [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: [http://www.pharmanews.cz/2009\\_06/site/clanek2.html](http://www.pharmanews.cz/2009_06/site/clanek2.html)
49. Lyofilizace. In: *Informační centrum bezpečnosti potravin: A-Z Slovník pro spotřebitele* [online]. © 2012 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92019.aspx>
50. MORETTI, Débora Botéquio, Wiolene Montanari NORDI, Anali Linhares LIMA, Patrícia PAULETTI, Ivanete SUSIN a Raul MACHADO-NETO. Lyophilized bovine colostrum as a source of immunoglobulins and insulin-like growth factor for newborn goat kids. *Livestock Science* [online]. 2012, vol. 145, 1-3, s. 223-229 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141312000637>
51. MALÍČKOVÁ, Karin. Imunita. *Pharmanews* [online]. 2004, č. 06 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: [http://www.pharmanews.cz/2004\\_06/imunita.htm](http://www.pharmanews.cz/2004_06/imunita.htm)
52. MAYER, Gene. Immunology - chapter four: Immunoglobulins - structure and function. HUNT, Richard. *Microbiology and immunology on-line: University of South Carolina School of Medicine* [online]. 2009 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://pathmicro.med.sc.edu/mayer/igstruct2000.htm>
53. HOŘEJŠÍ, Václav a Jiřina BARTŮŇKOVÁ. *Základy imunologie*. Vyd. 3. V Praze: Triton, 2005, 219 s. ISBN 80-7254-686-4.
54. ADAM, Vojtěch a René KIZEK. Laktoferin: Nová zbraň na rakovinu?. *21. století* [online]. 2007, č. 8 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://21století.cz/blog/2007/08/17/laktoferin-nova-zbran-na-rakovinu/>

55. Kolostrum – význam a složení. *ATEvet* [online]. © 2011 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://www.atevet.cz/index.php/veterinarni-ordinace-poradna-informace/28-veterinarni-ordinace-kolostrum#.Uv8SU4V4x8N>
56. FREI, R., F. E. BIOSCA, M. HANDL a T. TRČ. Funkce růstových faktorů v lidském organismu a jejich využití v medicíně, zejména v ortopedii a traumatologii. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Čechoslovaca* [online]. Praha: Česká společnost pro ortopedii a traumatologii, 2008, č. 75, 247 - 252 [cit. 2014-02-26]. Dostupné z: [http://www.achot.cz/dwnld/0804\\_247.pdf](http://www.achot.cz/dwnld/0804_247.pdf)
57. LARON, Z. Insulin-like growth factor 1 (IGF-1): a growth hormone. *Mol Pathol*. [online]. 2001, roč. 54, č. 5, s. 311-316 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1187088/>
58. RÉDEI, G. *Encyclopedia of genetics, genomics, proteomics, and informatics*. 3rd ed. New York: Springer, c2008, 1134 p. Springer reference. ISBN 978-140-2067-556.
59. HEINERMAN, John. FASCINATING COLOSTRUM: An Ancient Food for Modern Times. In: *Center for Nutritional Research* [online]. 1999 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.icnr.org/blog/13-home-page/43-fascinating-colostrum-an-ancient-food-for-modern-times-?showall=&limitstart=>
60. The History of Colostrum Usage. *Vitabase* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.vitabase.com/articles/allergy-immune/history-colostrum-usage.aspx>
61. RENINGER, Elizabeth. History Of Colostrum As A Supplement: Colostrum Use In Egypt, India, Scandanavia & Kenya. *About.com: Taoism* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://taoism.about.com/od/Colostrum/a/Colostrum-History.htm>
62. A History of Colostrum. *Linkedin* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.linkedin.com/groups/History-Colostrum-4954726.S.237377045>
63. Why Colostrum. In: *Alpha Lipid Lifeline* [online]. [2014] [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://alphalipidlifeline.co.nz/why-colostrum.php>
64. MERO, Antti, Heidi MIIKKULAINEN, Jarmo RISKI, Raimo PAKKANEN, Jouni AALTO a Timo TAKALA. Effects of bovine colostrum supplementation on serum IGF-I, IgG, hormone, and saliva IgA during training. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1997, roč. 83, č. 4 [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: <http://jap.physiology.org/content/83/4/1144.long>
65. HOFMAN, Zandrie, Rolf SMEETS, George VERLAAN, Richard v.d. LUGT a Peter A. VERSTAPPEN. The Effect of Bovine Colostrum Supplementation on Exercise Performance in Elite Field Hockey Players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* [online]. 2002, č. 12, s. 461-469 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://pdf.thepdfportal.com//?id=124950&nocache#>
66. SHING, C M. The influence of bovine colostrum supplementation on exercise performance in highly trained cyclists. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2006-07-06, vol. 40, issue 9, s. 797-801 [cit. 2014-03-10]. DOI: 10.1136/bjism.2006.027946. Dostupné z: <http://bjism.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.2006.027946>



67. ANTONIO, J., M. S. SANDERS a D. VAN GAMMEREN. The effects of bovine colostrum supplementation on body composition and exercise performance in active men and women. *Nutrition* [online]. 2001, roč. 17, č. 3, s. 243-247 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://www.nutritionjrnl.com/article/S0899-9007%2800%2900552-9/abstract>
68. BUCKLEY, JONATHAN, GRANT BRINKWORTH a MARION ABBOTT. Effect of bovine colostrum on anaerobic exercise performance and plasma insulin-like growth factor I. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2003, vol. 21, issue 7, s. 577-588 [cit. 2014-03-12]. DOI: 10.1080/0264041031000101935. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0264041031000101935>
69. KUIPERS, H., E. VAN BREDA, G. VERLAAN a R. SMEETS. Effects of oral bovine colostrum supplementation on serum insulin-like growth factor-I levels. *Nutrition* [online]. 2002, roč. 18, 7-8, s. 566-567 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12093430>
70. MERO, Antti, Jonne KÄHKÖNEN, Tarja NYKÄNEN, Tapani PARVIAINEN, Ilmari JOKINEN, Timo TAKALA, Tuomo NIKULA, Simo RASI a Juhani LEPPÄLUOTO. IGF-I, IgA, and IgG responses to bovine colostrum supplementation during training. *Journal of Applied Physiology* [online]. August 1, 2002, roč. 93, č. 2 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: <http://www.jappp.org/content/93/2/732.full>
71. CRITTENDEN, Ross, Jonathan BUCKLEY, David CAMERON-SMITH, Andrew BROWN, Ken THOMAS, Stewart DAVEY a Peter HOBMAN. Functional dairy protein supplements for elite athletes. *The Australian Journal of Dairy Technology* [online]. 2009, roč. 64, č. 1 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: <https://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30020180/cameron-smith-functional-dairy-2009.pdf>
72. Institute of Colostrum Research. In: *Fytofarmaka: Studie a odborné články - colostrum* [online]. 2008 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: [http://www.fytofarmaka.eu/file/studie\\_a\\_odborne\\_clanky/colostrum/sport/icr\\_may\\_newsletter-new\\_image.pdf](http://www.fytofarmaka.eu/file/studie_a_odborne_clanky/colostrum/sport/icr_may_newsletter-new_image.pdf)
73. COMPRESS COLOSTRUM: Unikátní vysokoprocentní protein. In: *Nutrend: Odborné články* [online]. © 2006-2013 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: [http://www.nutrend.cz/bodybuilding/odborne-clanky/proteiny-odborne-clanky/art\\_245529/compress-colostrum-unikatni-vysokoprocentni-protein.aspx](http://www.nutrend.cz/bodybuilding/odborne-clanky/proteiny-odborne-clanky/art_245529/compress-colostrum-unikatni-vysokoprocentni-protein.aspx)
74. Bovine colostrum supplementation during endurance running training improves recovery, but not performance. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. June 2002, roč. 5, č. 2, s. 65-79 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: <http://www.jsams.org/article/S1440-2440%2802%2980028-7/abstract>
75. VILIKUS, Zdeněk. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2012, 177 s. ISBN 978-802-4620-640.
76. ŠÁCHA, Pavel. Taurin. *Celostní medicína* [online]. 07.08.2013 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.celostnimedicina.cz/taurin.htm>
77. Monograph - Taurine. *Alternative Medicine Review* [online]. 2001, roč. 6, č. 1, s. 78-82 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.thorne.com/altmedrev/.fulltext/6/1/78.pdf>

78. BOUCKENOOGHE, T., C. REMACLE a B. REUSENS. Is taurine a functional nutrient?. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* [online]. November 2006, roč. 9, č. 6, 728–733 [cit. 2014-03-18]. DOI: 1363-1950. Dostupné z: [http://ovidsp.tx.ovid.com/sp-3.11.0a/ovidweb.cgi?&S=IOANFPKPKHDDHNNPNCMKDFLBPEDBAA00&Link+Set=S.sh.23|7|sl\\_10](http://ovidsp.tx.ovid.com/sp-3.11.0a/ovidweb.cgi?&S=IOANFPKPKHDDHNNPNCMKDFLBPEDBAA00&Link+Set=S.sh.23|7|sl_10)
79. Dark Poultry Meat and Some Seafood May Provide Cardiovascular Benefits!. *Medicine Daily: Interesting News From The World of Medicine* [online]. March 4th, 2012 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://medicdaily.co/dark-poultry-meat-and-some-seafood-may-provide-cardiovascular-benefits/>
80. KENDLER, B.S. Taurine: An overview of its role in preventative medicine. *Prev Med.* [online]. 1989; 18: 79-100 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2496406>
81. SHIN, H.K., H.M. Linkswiler. Tryptophan and methionine metabolism of adult females as affected by vitamin B6 deficiency. *J Nutr.* [online]. 1874; 104: 1348-1355 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://jn.nutrition.org/content/104/10/1348.full.pdf>
82. TIMBRELL, J.A., SEABRA V., C.J. WATERFIELD. The in vivo and in vitro protective properties of taurine. *Gen Pharmac.* [online]. 1995; 26: 453-462 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030636239400203Y>
83. BRADFORD, R.W., H.W. ALLEN. Taurine in health and disease. *J Adv Med.* 1996; 9: 179-199 [cit. 2014-03-19].
84. SLÍVA, Jiří a Juraj MINÁRIK. *Doplňky stravy*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2009, 124 s. ISBN 978-807-3871-697 [cit. 2014-03-19].
85. TIEDEMANN, F. a L. GMELIN. Einige neue Bestandtheile der Galle des Ochsen. *Annalen der Physik und Chemie* [online]. 1827, vol. 85, issue 2, s. 326-337 [cit. 2014-03-20]. DOI: 10.1002/andp.18270850214. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/andp.18270850214>
86. Žlučové kyseliny. In: *Velký lékařský slovník* [online]. © 2008 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/zlucove-kyseliny>
87. HARDISON, W.G.M, S.M. GRUNDY. Effect of bile acid conjugation patterns on bile acid metabolism in normal humans. *Gastroenterology* [online]. 1983; 84: 617-620 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6822329>
88. MIZUSHIMA, S., Y. NARA, M. SAWAMURA, Y. YAMORI. Effects of oral taurine supplementation on lipids and sympathetic nerve tone. *Adv Exp Med Biol.* [online]. 1996; 403: 615-622 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8915402>
89. ATMACA, G. Antioxidant effects of sulfur-containing amino acids. *Yonsei Med J.* [online]. 2004; 45: 776–788 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.eymj.org/DOIx.php?id=10.3349/ymj.2004.45.5.776>
90. KETTLE, A. J., C. J. VAN DALEN, C. C. WINTERBOURN. Peroxynitrite and myeloperoxidase leave the same footprint in protein nitration. *Redox Rep.* 1997; 3: 257–258 [cit. 2014-03-24].
91. SCHAFFER, S., J. AZUMA, K. TAKAHASHI, et al. Why is taurine cytoprotective? *Adv Exp Med Biol.* [online]. 2003; 526: 307–321 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4615-0077-3\\_39#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4615-0077-3_39#page-1)

92. ROTH, R. A., J. R. HARKEMA, J. P. PESTKA a P. E. GANEY. Is exposure to bacterial endotoxin a determinant of susceptibility to intoxication from xenobiotic agents?. *Toxicol Appl Pharmacol.* [online]. 1997, č. 147, s. 300-311 [cit. 2014-03-24]. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/taap.1997.8301>. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9439725>
93. PASANTES-MORALES, H., O. QUESADA, J. MORAN. Taurine: an osmolyte in mammalian tissues. *Adv Exp Med Biol.* [online]. 1998; 442: 209–217 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4899-0117-0\\_27#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4899-0117-0_27#page-1)
94. PASANTES-MORALES, H., A. SCHOUSBOE. Volume regulation in astrocytes: a role for taurine as an osmoeffector. *J Neurosci Res.* 1988; 20: 503–509.
95. OLSON, J. E., E. MARTINHO Jr. Regulation of taurine transport in rat hippocampal neurons by hypo-osmotic swelling. *J Neurochem.* [online]. 2006; 96: 1375–1389 [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1808335/>
96. VAN GELDER, N.M. Neuronal discharge hypersynchrony and the intracranial water balance in relation to glutamic acid and taurine redistribution: migraine and epilepsy. In: PASANTES-MORALES, H., D.L. MARTIN, W. SHAIN et al., eds. *Taurine: Functional Neurochemistry, Physiology, and Cardiology.* New York City, NY: Wiley-Liss; 1990: Vol. 351 [cit. 2014-03-26].
97. SATOH, H. a N. SPERELAKIS. Review of some actions of taurine on ion channels of cardiac muscle cells and others. *Gen Pharmacol.* [online]. 1998, roč. 30, č. 4, s. 451-63 [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306362397003091?via=ihub>
98. ZADÁK, Zdeněk. *Výživa v intenzivní péči.* 2. rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009, s. 89-91. ISBN 9788024728445.
99. FRANCONI, F., F. BENNARDINI, A. MATTANA, M. MICELI, M. CIUTI, M. MIAN, A. GIRONI, R. ANICHINI a G. SEGHIERI. Plasma and platelet taurine are reduced in subjects with insulin-dependent diabetes mellitus: effects of taurine supplementation. *Am J Clin Nutr.* [online]. 1995, roč. 61, č. 5, s. 1115-9 [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/61/5/1115.long>
100. MIZUSHIMA, Shunsaku, Yasuo NARA, Makoto SAWAMURA a Yukio YAMORI. Effects of Oral Taurine Supplementation on Lipids and Sympathetic Nerve Tone. *Advances in Experimental Medicine and Biology: Taurine 2* [online]. 1996, roč. 403, s. 615-622 [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4899-0182-8\\_68#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4899-0182-8_68#page-1)
101. MATSUYAMA, Y., T. MORITA, M. HIGUCHI a T. TSUJII. The effect of taurine administration on patients with acute hepatitis. *Prog Clin Biol Res.* 1983, č. 125, s. 461-8 [cit. 2014-04-02].
102. RASSIN, D.K., J.A. STURMAN a G.E. GUALL. Taurine and other free amino acids in milk of man and other mammals. *Early Hum Dev* [online]. 1978, roč. 2, č. 1, s. 1-13 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378378278900488>
103. ZHAO, Xihe, Jianbin JIA a Ying LIN. Taurine Content in Chinese Food and Daily Taurine Intake of Chinese Men. *Advances in Experimental Medicine and Biology* [online]. 1998, roč. 442, s. 501-505 [cit. 2014-04-02]. DOI: 10.1007/978-1-4899-0117-0\_60. Dostupné z: [http://link.springer.com/10.1007/978-1-4899-0117-0\\_60](http://link.springer.com/10.1007/978-1-4899-0117-0_60)

104. DUBOIS, Sirah. Natural Sources of Taurine. *The nest* [online]. © 1997 – 2014 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: <http://woman.thenest.com/natural-sources-aurine-7289.html>
105. GORMLEY, T. Ronan, Tanja NEUMANN, John D. FAGAN a Nigel P. BRUNTON. Taurine content of raw and processed fish fillets/portions. *European Food Research and Technology* [online]. 2007-7-31, vol. 225, 5-6, s. 837-842 [cit. 2014-04-02]. DOI: 10.1007/s00217-006-0489-4. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00217-006-0489-4>
106. SPITZE, A. R., D. L. WONG, Q. R. ROGERS a A. J. FASCETTI. Taurine concentrations in animal feed ingredients; cooking influences taurine content. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* [online]. 2003, vol. 87, 7-8, s. 251-262 [cit. 2014-04-02]. DOI: 10.1046/j.1439-0396.2003.00434.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1439-0396.2003.00434.x>
107. CLOUD, John. This Ain't No Wine Coole: Will caffeinated alcohol be the next teen-drinking fad?. *Time* [online]. July 17, 2008 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: <http://content.time.com/time/magazine/article/0,9171,1823953,00.html>
108. PENMAN, Leigh. Taurine. . . Under the Spotlight!. In: *RX Muscle* [online]. 11 July 2009 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.rxmuscle.com/articles/nutrition/487-aurine---under-the-spotlight.html>
109. STOPPANI, Jim. Předtréninková bomba. In: *Muscle & Fitness* [online]. © 2001-2014 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: [http://www.muscle-fitness.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9976:sp-17217&catid=22:-sp-223&Itemid=161&lang=cz](http://www.muscle-fitness.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=9976:sp-17217&catid=22:-sp-223&Itemid=161&lang=cz)
110. SMEJKAL, Jan. Taurin. In: *Nutrend* [online]. © 2006-2013 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: [http://www.nutrend.cz/bodybuilding/odborne-clanky/aminokyseliny-odborne-clanky/art\\_473686/aurin.aspx](http://www.nutrend.cz/bodybuilding/odborne-clanky/aminokyseliny-odborne-clanky/art_473686/aurin.aspx)
111. CAMERINO, Diana Conte, Domenico TRICARICO, Sabata PIERNO, Jean-François DESAPHY, Antonella LIANTONIO, Michael PUSCH, Rosa BURDI, Claudia CAMERINO, Bodvael FRAYSSE a Annamaria DE LUCA. Taurine and Skeletal Muscle Disorders. *Neurochemical Research* [online]. 2004, vol. 29, issue 1, s. 135-142 [cit. 2014-04-06]. DOI: 10.1023/B:NERE.0000010442.89826.9c. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1023/B:NERE.0000010442.89826.9c>
112. Fakta o taurinu. In: *Muscle & Fitness* [online]. © 2001-2014 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: [http://www.muscle-fitness.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4620:-sp-13145&catid=27:-sp-235&Itemid=168&lang=cz](http://www.muscle-fitness.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=4620:-sp-13145&catid=27:-sp-235&Itemid=168&lang=cz)
113. MATSUZAKI, Yasushi, Teruo MIYAZAKI, Syunpei MIYAKAWA, Bernard BOUSCAREL, Tadashi IKEGAMI and NAOMI TANAKA. Decreased taurine concentration in skeletal muscles after exercise for various durations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002, vol. 34, no. 5, pp. 793–797 [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.uta.edu/faculty/ricard/Classes/KINE-5305/Factorial%20ANOVA/Anova3.pdf>
114. GEIS, K. -R., I. JESTER, W. FALKE, M. HAMM a K. -L. WAAG. The effect of a taurine-containing drink on performance in 10 endurance-athletes. *Amino Acids* [online]. 1994, vol. 7, issue 1, s. 45-56 [cit. 2014-04-06]. DOI: 10.1007/BF00808445. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00808445>

115. WARD, R. J., M. FRANCAUX, C. CUISINIER, X. STURBOIS a Ph. WITTE. Changes in plasma taurine levels after different endurance events. *Amino Acids* [online]. 1999, vol. 16, issue 1, s. 71-77 [cit. 2014-04-06]. DOI: 10.1007/BF01318886. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF01318886>
116. RUTHERFORD, Jane A., Lawrence L. SPRIET a Trent STELLINGWERFF. The Effect of Acute Taurine Ingestion on Endurance Performance and Metabolism in Well-Trained Cyclists. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism* [online]. Aug 2010, roč. 10, č. 4, s. 322-329 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://web.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authType=crawler&jrnl=1526484X&AN=52482646&h=rzR0hhAg%2bcxSeGNTfaRY7d59DCxlyXRSZludtkmh5TDDwQVvMm%2bfnbd%2b9XyLYqpGrbVeGqfT%2bSiK%2bj6Z%2fy4Q%3d%3d&crl=c>
117. GALLOWAY, Stuart D. R., Jason L. TALANIAN, Anna K. SHOVELLER, George J. F. HEIGENHAUSER a Lawrence L. SPRIET. Seven days of oral taurine supplementation does not increase muscle taurine content or alter substrate metabolism during prolonged exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* [online]. August 2008, roč. 105, č. 2, s. 643-651 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.jappp.org/content/105/2/643.full>
118. GOODMAN, Craig A., Deanna HORVATH, Christos STATHIS, Trevor MORI, Kevin CROFT, Robyn M. MURPHY a Alan HAYES. Taurine supplementation increases skeletal muscle force production and protects muscle function during and after high-frequency in vitro stimulation. *Journal of Applied Physiology* [online]. July 2009, roč. 107, č. 1 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.jappp.org/content/107/1/144.full>
119. PEARCE, J., L. E. NORTON, D. S. SENCHINA, L. L. SPRIET, L. M. BURKE, S. J. STEAR a L. M. CASTELL. A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance--Part 37. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2012-09-24, vol. 46, issue 13, s. 954-956 [cit. 2014-04-07]. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091626. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsports-2012-091626>
120. ZADÁK, Zdeněk. *Výživa v intenzivní péči*. 2. rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009, s. 103. ISBN 9788024728445.
121. YATABE, Yoshihisa, Shumpei MIYAKAWA, Hajime OHMORI a Hajime Mishima Takako ADACHI. Effects of Taurine Administration on Exercise. *Advances in Experimental Medicine and Biology: Taurine 7* [online]. 2009, roč. 643, s. 245 [cit. 2014-04-07]. DOI: 10.1007/978-0-387-75681-3\_25. Dostupné z: [http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-75681-3\\_25](http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-75681-3_25)
122. LAIDLAW, S.A., T.D. SHULTZ, J.T. CECCHINO a J.D. KOPPLE. Plasma and urine taurine levels in vegans. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1988, roč. 47, č. 4, s. 660-663 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/47/4/660.long>
123. YANAGITA, Teruyoshi, Seo-Young HAN, Ying HU, Koji NAGAO, Hideaki KITAJIMA a Shigeru MURAKAMI. Taurine reduces the secretion of apolipoprotein B100 and lipids in HepG2 cells. *Lipids in Health and Disease* [online]. 2008, vol. 7, issue 1, s. 38 [cit. 2014-04-08]. DOI: 10.1186/1476-511X-7-38. Dostupné z: <http://www.lipidworld.com/content/7/1/38>

- 124.URSO, Maria L. a Priscilla M. CLARKSON. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* [online]. 2003, vol. 189, 1-2, s. 41-54 [cit. 2014-04-08]. DOI: 10.1016/S0300-483X(03)00151-3. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300483X03001513>
- 125.SILVA, Luciano A., Paulo C. L. SILVEIRA, Merieli M. RONSANI, Priscila S. SOUZA, Débora SCHEFFER, Lílian C. VIEIRA, Magnus BENETTI, Cláudio T. DE SOUZA a Ricardo A. PINHO. Taurine supplementation decreases oxidative stress in skeletal muscle after eccentric exercise. *Cell Biochemistry and Function* [online]. 2011, vol. 29, issue 1, s. 43-49 [cit. 2014-04-08]. DOI: 10.1002/cbf.1716. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/cbf.1716>
- 126.KATAKAWA, Mayumi, Noboru FUKUDA, Takahiro UENO, Mari MORI, Yukio YAMORI a Masayoshi SOMA. 105 INFLUENCE OF DIETARY CUSTOM AND EFFECTS OF TAURINE AND MAGNESIUM SUPPLEMENTATION ON OXIDATIVE STRESS AND ENDOTHELIAL PROGENITOR CELLS IN HUMANS. *Journal of Hypertension* [online]. 2012, vol. 30, č. 105, e32-e33 [cit. 2014-04-08]. DOI: 10.1097/01.hjh.0000419929.56205.7f. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>
- 127.LERDWEERAPHON, W., J. M. WYSS, T. BOONMARS a S. ROYSOMMUTI. Perinatal taurine exposure affects adult oxidative stress. *AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* [online]. 2013-07-15, vol. 305, issue 2, s. 95-97 [cit. 2014-04-08]. DOI: 10.1152/ajpregu.00142.2013. Dostupné z: <http://ajpregu.physiology.org/cgi/doi/10.1152/ajpregu.00142.2013>
- 128.IMAGAWA, T. F., I. HIRANO, K. UTSUKI, M. HORIE, A. NAKA, K. MATSUMOTO a S. IMAGAWA. Caffeine and Taurine Enhance Endurance Performance. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 2009, vol. 30, issue 07, s. 485-488 [cit. 2014-04-08]. DOI: 10.1055/s-0028-1104574. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0028-1104574>

## **Seznam obrázků a tabulek**

Obr. 1: Primární struktura inzulinu

Obr. 2: Úloha chromu v chromodulinu při potenciaci inzulinové reakce

Obr. 3: Chromové přípravky – pivovarské kvasnice, niacin vázaný chrom, pikolinát chromu

Obr. 4: Molekulární struktura pikolinátu chromu

Obr. 5: Molekulární struktura polynikotinátu chromu

Obr. 6: Struktura IgG a IgA

Obr. 7: Struktura IgM a IgD

Obr. 8: Struktura IgE

Obr. 9: Alpha Lipid Lifeline

Obr. 10: Strukturní vzorec taurinu

Tab. 1: Potravinové zdroje chromu

Tab. 2: Doporučené denní dávky chromu

