

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**Vliv alkoholu na tělesné složení po zátěžovém testu na běžeckém  
trenažéru**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

**Mgr. Barbora Strejcová, Ph.D.**

Vypracovala:

**Barbora Boubelíková**

Praha, 2015

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, dne

Podpis

.....

.....

**Evidenční list**

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:      Fakulta / katedra:      Datum vypůjčení:      Podpis:

---

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Mgr. Barboře Strejcové, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi pomohly k vypracování bakalářské práce. Dále pak všem, kteří mě podporovali a samozřejmě probandkám, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

## **Abstrakt**

**Název:** Vliv alkoholu na tělesné složení po zátěžovém testu na běžeckém treňažeru

**Cíl:** Hlavní cílem této práce bylo posoudit vliv alkoholu podaného před zátěžovým testem na vybrané parametry tělesného složení u pravidelně sportujících žen.

**Metody:** Výzkumu se zúčastnilo 7 žen (věk  $23 \pm 0,9$  let, tělesná výška  $169,9 \pm 8,2$  cm), které minimálně 3x týdně sportují. Pro zátěžový test byl použit speciální běžecký treňažer. Měření složení těla bylo realizováno pomocí multifrekvenční bioimpedanční analýzy BIA 2000M. Sledované parametry jsou absolutní hodnota celkové tělesné vody (TBW) a vnitrobuněčné tekutiny (ICW) v litrech, absolutní hodnota tukuprosté hmoty (FFM) v kg, procento tělesného tuku (% BF) a poměr mimobuněčné hmoty a celkové buněčné hmoty (ECM/BCM). Data byla zpracována pomocí statistického programu SPSS 20.

**Výsledky:** Výsledky neukázaly statisticky významný vliv alkoholu požitého před aerobním zátěžovým testem na vybrané parametry tělesného složení. Velký efekt (věcná významnost) byl shledán pouze u tukuprosté hmoty.

**Klíčová slova:** Alkohol, aerobní zátěž, tělesné složení

## **Abstract**

**Title:** The effect of alcohol ingestion on body composition after aerobic maximal test on the treadmill ergometer

**Objectives:** The aim of this study was to assess the influence of alcohol on selected parameters of body composition after aerobic maximal test on the treadmill ergometer.

**Methods:** Seven women engaged in physical activity at least three times a week (age  $23 \pm 0,9$  let, height  $169,9 \pm 8,2$  cm) volunteered to be part of the study. Aerobic maxim test was done on the treadmil ergometer and body composition was measured by bioelectrical impedance analysis device BIA 2000M. Followed parameters are absolut amount of total body water (TBW) and intracellular water (ICW) in liters, percentage of body fat (% BF), absolut amount of fat - free mass (FFM) in kg and extracellular mass and body cell mass ratio (ECM/BCM). Data was processes in SPSS 20.

**Results:** The results did not show a statistically significant effect of alcohol ingestion on followed parameters of body composition after aerobic maximal test. The high effect (effect – size) was found just for fat free mass.

**Key words:** Alcohol, aerobic load, body composition

## OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Teoretická východiska .....	10
2.1	Tělesné složení.....	10
2.1.1	Složky organismu .....	11
2.2	Metabolismus alkoholu.....	16
2.3	Vliv alkoholu na organismus .....	17
2.3.1	Akutní účinky alkoholu .....	17
2.3.2	Chronické účinky alkoholu.....	19
2.4	Alkohol a termoregulace.....	20
2.5	Termoregulace .....	21
2.5.1	Termoregulace při tělesné zátěži .....	24
2.6	Shrnutí teoretické části.....	27
3	Cíle, hypotézy a úkoly .....	28
3.1	Cíl Práce.....	28
3.2	Hypotézy .....	28
3.3	Úkoly práce.....	28
4	Metodika výzkumu .....	29
4.1	Výzkumné metody.....	29
4.2	Výzkumný soubor.....	29
4.3	Realizace měření.....	29
4.4	Použité přístroje a metody .....	30
4.4.1	Zátěžový test .....	30
4.4.2	Bioimpedanční analýza.....	31
4.5	Vyhodnocení výsledků .....	31
5	Výsledky .....	32
6	Diskuze .....	35
7	Závěr .....	37
8	Použitá literatura .....	38
9	Přílohy.....	45

## Seznam použitých symbolů a zkratek

ATP	adenosintrifosfát
ATP – syntáza	adenosintrifosfát - syntáza
BCM	body cell mass (celková buněčná hmota)
BF	body fat (tělesný tuk)
BIA	bioimpedanční analýza
BMI	body mass index (hmotnostně – výškový index)
CNS	centrální nervová soustava
CP	kreatinfosfát
ECS	extracellular solids (mimobuněčná pevná hmota)
ECW	extracellular water (mimobuněčná tekutina)
FFM	fat – free mass (tukuprostá hmota)
FM	fat mass (tuková hmota)
HDL	high density lipoprotein (lipoprotein o vysoké hustotě)
ICW	intracellular water (vnitrobuněčná tekutina)
MEOS	mikrozomální systém oxidace etanolu
NAD	nikotinamidadenindinukleotid (koenzym)
NAD <sup>+</sup>	oxidovaná forma NAD
NADH	redukována forma NAD
TBW	total body water (celková tělesná voda)



# 1 Úvod

V dnešní době se již ví, že pro podávání vysokých sportovních výkonů je důležitý nejen kvalitní sportovní trénink, ale i správná životospráva. Avšak vyvážený jídelníček a pravidelné pohybové aktivity nejsou důležité pouze pro vrcholové sportovce, ale i pro běžnou populaci, jelikož narůstá počet osob trpících tzv. civilizačními chorobami.

I když čím dál tím více lidí věnuje pozornost aktivnímu odpočinku a správným stravovacím návykům, stále je mezi běžnou populací i mezi sportovci hojně rozšířena konzumace alkoholu. Zvláště pak v České republice, kde je pivo považováno za národní nápoj.

Dlouhodobé užívání alkoholu může způsobit spoustu negativních, ale i pozitivních změn v tělesném složení. Nejsou však zcela objasněny akutní účinky alkoholu konzumovaného před krátkodobou pohybovou zátěží na tělesné složení.

## 2 Teoretická východiska

V teoretické části se zabýváme tělesným složením, převážně pak tělesnou vodou, tukovou tkání, tukuprostou hmotou, mimobuněčnou a celkovou buněčnou hmotou. Dále rozebíráme metabolismus alkoholu a jeho účinky na organismus a termoregulaci. V poslední části je popsán proces termoregulace a snaha organismu o udržení stálého vnitřního prostředí.

### 2.1 Tělesné složení

V poslední době nabývá na významu měření tělesného složení. Už nám nestačí znát pouze tělesnou výšku a hmotnost, ale s narůstajícím počtem jedinců s nadváhou či obezitou je čím dál tím větší zájem, mezi širokou populací, o zjištění složení těla, zejména pak množství tukové tkáně. Proto je těmto otázkám věnována v odborném tisku i v populárně sdělovacích prostředcích značná pozornost (Vilikus a kol., 2009).

Jak již bylo zmíněno, metod zjišťování tělesného složení je mnoho a dále se rozvíjejí, avšak nejčastěji využívaná je bioimpedanční metoda (BIA). Tento způsob měření je neinvazivní a poměrně jednoduchý na obsluhu. Výsledky jsou reprodukovatelné a rychle získané (Kyle, 2004; Lee a kol., 2008). Nelze také pominout fakt, že bioimpedanční metoda je finančně dostupná i pro běžnou populaci.

Měření tělesného složení se provádí v nemocnicích, ve sportovní medicíně či na nutričních klinikách, v komerčních posilovnách nebo v jiných zařízeních souvisejících se zdravím (Dolezal a kol., 2013).

Nejen mezi běžnou populací, ale i mezi sportovci je tělesné složení indikátorem tělesné zdatnosti. Nadměrné množství tuku je považováno za nevyužívanou hmotu, jelikož tělo sportovce musí překonávat větší gravitaci během pohybové činnosti, což má za následek vyšší energetické nároky na danou činnost a snížení výkonu (Malá a kol., 2011). Průběžné sledování tělesného složení může také napomoci zjistit chybné stravovací návyky a tím předejít případným negativním dopadům na zdraví (Fruth a kol., 2008).

### 2.1.1 Složky organismu

Lidské tělo je složitý systém, a proto existují různé modely v hodnocení tělesného složení. Podle Hellera a Vodičky (2011) je úplně nejjednodušším přístupem zjišťování tělesného složení měření tělesné hmotnosti. Často se hovoří o ideální tělesné hmotnosti či se využívá hmotnostně – výškových indexů, např. BMI. Heller a Vodička (2011) a Kyle a kol. (2003) se shodují, že tyto způsoby hodnocení však nejsou příliš vhodné u sportujících, u nichž bývá více svalové hmoty než u běžné populace a tzv. „nadváha“ nemusí být způsobena nárůstem tukové hmoty (FM).

Další model je tzv. dvousložkový, tedy tuk a tukuprostá hmota (FFM), resp. tříslložkový, který obsahuje tuk a FFM je pak rozdělena na další dvě složky. Dle Hellera a Vodičky (2011) se dělí na kostní hmotu a měkkou beztukovou hmotu, neboli podle Kennetha (2000) na pevnou složku jako jsou minerály a proteiny a na vodu.

Kenneth (2000) dále uvádí čtyřsložkový model, ve kterém se FFM dělí na tři základní fyziologické složky, tj. celková buněčná hmota (BCM), mimobuněčná tekutina (ECW) a mimobuněčná pevná hmota (ECS). Bunc (2001) v tzv. molekulárním modelu rozděluje FFM na BCM a mimobuněčnou hmotu (ECM).

Wang a kol. (1992) zpracovali obsáhlý pěti-úrovňový vícesložkový model. Lidské tělo je zde rozděleno na elementární, molekulární, buněčnou, funkční a celotělovou složku.

Kromě výše zmíněných modelů tělesného složení také existuje model anatomický: tuk, svalová hmota, kosti, orgány, reziduum, event. model chemický: voda, minerály, proteiny, tuk, sacharidy (Heller a Vodička, 2011).

#### *Tělesná voda*

Vnitřní prostředí organismu je tvořeno vodním roztokem organických a anorganických látek. Procentuální zastoupení vody v lidském těle se výrazně mění s věkem a u dospělých se liší také podle pohlaví (tabulka 1). Podíl vody v těle také závisí na množství tukové tkáně (FM), čím je více FM, tím menší podíl tělesné hmotnosti připadá na vodu (Kittnar, 2011).

Celková tělesná voda (TBW) je obsažena ve dvou hlavních složkách: v mimobuněčné tekutině (ECW) a ve vnitrobuněčné (ICW). ICW je voda obsažená v

buňkách a tvoří přibližně 40 % hmotnosti. Mimobuněčné tekutiny je asi 20 % z celkové hmotnosti a tvoří ji dvě složky (Bartůňková, 2006; Kittnar, 2011).

Podle Kittnara (2011) je ECW složena z intersticiální tekutiny (tkáňového moku) a intravaskulární tekutiny (plazmy). Intersticiální tekutina obklopuje buňky různých tkání a představuje 75 % ECW, což činí asi 15 % z celkové tělesné hmotnosti. Intravaskulární tekutina se vyskytuje uvnitř cév krevního oběhu a tvoří zbylých 25 % ECW, tedy 5 % tělesné hmotnosti.

Distribuce tělesné vody mezi vnitrobuněčnou a mimobuněčnou složku má klinický význam u osob obézních, kriticky nemocných, podvyživených a u osob s abnormální hydratací. Například u obezity je mimobuněčný prostor proporcionálně rozšířen více než vnitrobuněčný, což vede ke zvýšení ECW-TBW poměru (Segal a kol., 1991).

**Tabulka 1**

Celková tělesná voda a její rozložení do vnitrobuněčné a mimobuněčné složky v závislosti na věku (Kittnar, 2011)

věk	pohlaví	TBW (%)	ECW (%)	ICW (%)
novorozenec	-	79,0	44,0	35,0
1-3 měsíce	-	72,0	32,0	40,0
2-3 roky	-	63,5	26,7	36,8
3-5 let	-	62,0	21,0	41,0
5-10 let	-	61,5	22,0	39,5
10-16 let	-	58,0	19,0	39,0
20-30 let	muži	58,0	19,0	39,0
	ženy	51,0	17,0	34,0
40-50 let	muži	54,0	18,0	36,0
	ženy	47,0	15,5	31,5
60-70 let	muži	49,0	16,0	33,0
	ženy	47,0	15,5	31,5
nad 80 let	muži	48,0	16,0	32,0
	ženy	48,0	16,0	32,0

## ***Tuková tkáň***

Tuková tkáň se z histologického i morfologického hlediska řadí mezi pojivovou tkáň (Albright a Stern, 1998; Hainer a kol., 2004).

U savců, tudíž i u lidí, existují dva typy tukové tkáně. Hnědá tuková tkáň vyskytující se převážně u novorozenců a rychle klesající po prvním roce života, plní funkci netřesové termoregulace. Jelikož buňky tohoto typu mají vysoký počet cytochromů a mitochondrií, ale nízkou aktivitu ATP-syntázy, oxidací glukózy nevzniká ATP, ale teplo (Albright a Stern, 1998; Luellmann-Rauch, 2012; Mullerová a Rohm, 2009).

Druhým typem je bílá tuková tkáň. Nejdůležitější součástí této tkáně jsou vlastní tukové buňky, adipocyty. Ty syntetizují tuky a ukládají je v podobě jedné velké tukové kapky či v několika menších (Hainer, 2011). Na stavbě tukové tkáně se kromě adipocytů podílejí i další buňky, jako jsou preadipocyty (nediferencované adipocyty, potencionální zdroje adipocytů), fibroblasty, endotelie, myocyty, monocyty a lymfocyty (Hainer, 2011; Wozniak a kol., 2009). Z metabolického hlediska se rozlišují dva typy bílé tukové tkáně. Podkožní, sloužící převážně jako tepelná izolace organismu a zdroj energie při hladovění a plnicí metabolické a endokrinní funkce. Viscerální, tedy tuková tkáň obalující orgány, je metabolicky aktivnější a je rizikovější pro výskyt kardiovaskulárních chorob (Hainer, 2011).

Složení tukové tkáně se mění v závislosti na nutričním stavu. Při změnách nutričního stavu se mění velikost i metabolické vlastnosti adipocytů. Obézní jedinci mají větší objem tukových buněk než štíhlí, což je způsobeno hromaděním obsahu lipidů. Zvětšením objemu adipocytů je ovlivněn i jejich metabolismus, snižuje se citlivost na inzulín a zvyšuje se produkce prozánětlivých faktorů (Hainer, 2011; Škop a kol., 2009).

Produkty z adipocytů a ostatních buněk tukové tkáně, adipocytokiny, se podílejí na regulaci příjmu potravy, glukózového a lipidového metabolismu, ovlivňují hemokoagulaci, inzulínovou senzitivitu, imunitní a další homeostatické pochody (Hainer, 2011, Škop a kol., 2009). Podle Bartůňkové a kol. (2013) se adipocytokiny dají zjednodušeně rozdělit na ty, které podporují působení inzulínu (leptin, adiponektin) a na ty, které potlačují jeho činnost (tumor necrosis faktor- $\alpha$ , rezistin, interleukin-6).

Až do počátku 90. let 20. století byla tuková tkáň považována za pasivní orgán plnící funkci zásobárny energie, tepelného izolátoru a mechanické ochrany. Avšak dnes je již všeobecně známo, že tuková tkáň je aktivní sekreční orgán plnící, kromě výše zmíněných, funkce: endokrinní, místo ukládání lipofilních toxinů a léků, přeměna některých hormonálních prekurzorů na aktivní hormony (Hainer, 2011; Smitka, 2011). Tuková tkáň se dále podílí na pocitu sytosti a může vyvolat inzulínovou rezistenci (Smitka, 2011).

Endokrinní úlohu tukové tkáně a funkce jejích hlavních produktů rozebírala ve své bakalářské práci Miklíková (2013).

V dnešní době mnoho osob trpí nadváhou či obezitou, i když je prokázáno, že správnou životosprávou a pravidelnou (min. 3x týdně) aerobní pohybovou aktivitou lze snížit procentuální zastoupení tělesného tuku (% BF) a dostat se na normální hmotnost či se na ní dlouhodobě udržet (Rosenkilde a kol., 2012; Willis a kol., 2012). Klasifikace nadváhy a obezity podle % BF je zobrazena v tabulce 2.

**Tabulka 2**

Klasifikace obezity a nadváhy pomocí % BF platné pro dospělé a seniory  
(Bunc a Skalská, 2011)

klasifikace	% BF
podváha	< 16,0
normální hmotnost	16,1 - 23,0
nadváha	23,1 - 28,0
obezita	28,1 a více

### ***Tukuprostá hmota***

Tukuprostá hmota (FFM), jak již název napovídá, je vše, co není tělesným tukem (Kyle, 2004). FFM lze vyjádřit rovnicí:  $FFM = BCM + ECM$  (Bunc, 2001).

BCM charakterizuje metabolicky aktivní hmotu, tedy sumu buněk schopných využívat kyslík, buněk bohatých na kalcium a buněk schopných oxidovat cukry (Bunc, 2001; Bunc a kol., 2000; Heller a Vodička, 2011; Kyle a kol., 2004). Stanovení BCM je rozhodující pro posouzení předpokladů pro pohybovou zátěž, jelikož BCM je přímo odpovědná za svalovou práci (Bunc, 2001; Bunc a kol., 2000).

ECM není metabolicky aktivní, je to v podstatě tukuprostá hmota mimo buňky (Heller a Vodička, 2011). ECM je tvořena mimobuněčnou tekutinou a mimobuněčnými pevnými látkami (Bunc a kol., 2000; Kenneth, 2000).

Pro hodnocení předpokladů u osob s různou tělesnou hmotností se využívá poměru ECM/BCM. Obecně platí, že čím větší je zastoupení BCM v tělesné hmotnosti, tím nižší je poměr ECM/BCM a tím lepší jsou předpoklady pro pohybovou zátěž (Bunc, 2001; Heller a Vodička, 2011).

Poměr ECM/BCM je zčásti geneticky podmíněný, ale dá se ovlivnit i pravidelnou pohybovou aktivitou. Bunc (2006), který sledoval změny tělesného složení u vysoce trénovaných fotbalistů v průběhu jednoho roku, zaznamenal významný pokles koeficientu ECM/BCM již po jednom týdnu tréninku zaměřeném na ovlivnění svalové hmoty. Pokud ovšem tento trénink nebyl zařazen, byl pozorován nárůst poměru ECM/BCM ve stejném časovém úseku.

Jak se liší průměrné hodnoty poměru ECM/BCM u různých druhů sportů a u osob bez pravidelné pohybové aktivity jsou patrné z tabulky 3.

**Tabulka 3**

Průměrné hodnoty koeficientu ECM/BCM pro různé sporty a osoby bez pravidelného pohybového tréninku stejného věku (Bunc a Skalská, 2011)

	Muži	Ženy
Hokej	0,58 ± 0,03	0,69 ± 0,04
Sprint	0,62 ± 0,02	0,67 ± 0,02
Fotbal	0,64 ± 0,04	0,70 ± 0,04
Lyže běh	0,67 ± 0,03	0,70 ± 0,04
Biatlon	0,68 ± 0,03	0,71 ± 0,03
Tenis	0,70 ± 0,05	0,74 ± 0,06
Vytrvalci	0,71 ± 0,03	0,75 ± 0,04
Plavání	0,72 ± 0,04	0,76 ± 0,04
Netrénovaní	0,76 ± 0,05	0,80 ± 0,05

## 2.2 Metabolismus alkoholu

Tak jako všechny živiny, alkohol (etanol, etylalkohol) prochází v lidském těle určitými chemickými procesy. Po konzumaci se rychle vstřebává, již 20% se resorbuje v žaludku a zbytek je vstřebán v tenkém střevě (Luellmann a kol., 2004; Mumenthaler a kol., 1999).

Koncentrace alkoholu v krvi je závislá na několika faktorech, tj. na množství požitého alkoholu, na rychlosti resorpce (je určena koncentrací alkoholu v konzumovaném nápoji a složením potravy v žaludku), na množství tělesné vody a tělesného tuku v těle, a v neposlední řadě na rychlosti eliminace alkoholu (Luellmann a kol., 2004; Mumenthaler a kol., 1999; Swift, 2003). Maxima koncentrace alkoholu v krvi po jednorázovém požití se dosahuje za ½ až 1 hodinu (Ehrmann a kol., 2006; Šamánek a Urbanová, 2004).

Důležité je tvrzení Luellmanna a kol., (2004, s. 621), že *„za časovou jednotku se destruuje stále stejné množství etanolu: množství metabolizovaného etanolu za jednotku času na jednotku hmotnosti je u mužů 0,1 g/kg/h, u žen 0,085 g/kg/h.“* Tyto hodnoty se mění případ od případu o  $\pm 30\%$ , ale u stejné osoby jsou poměrně konstantní.

Autoři Luellmann a kol. (2004) a Swift (2003) se shodují, že nepatrné množství alkoholu je vylučováno v nezměněné formě ledvinami, plícemi a kůží. Avšak více jak 85% požitého alkoholu je metabolizováno v játrech za pomoci enzymatické oxidace.

Jsou známy tři cesty, kterými je alkohol metabolizován. První a kvantitativně nejvýznamnější je alkoholdehydrogenázová cesta. V té je alkohol oxidován na acetaldehyd za pomoci alkoholdehydrogenázy, a dále na acetát za pomoci aldehydoxidázy a aldehyddehydrogenázy (Ehrmann a kol., 2006; Richardson a Gangolli, 1992). Luellman a kol. (2004) doplňují, že acetát se spotřebuje na cyklus kyseliny citrónové (Krebsův cyklus) a na syntézu mastných kyselin.

V mnohem menší míře zastoupená je cesta tzv. mikrozomálního systému oxidace etanolu (MEOS). Ta je urychlena pouze velkými dávkami alkoholu, jak je psáno v článku od Mumenthalera a kol. (1999). Poslední je systém jaterní katalázy. Tomu se ovšem přisuzuje jen velmi nepatrný význam.



V metabolismu alkoholu jsou prokázány významné odlišnosti mezi pohlavími. Ty jsou zapříčiněny menším distribučním prostorem u žen, tj. menším množstvím celkové tělesné vody. Tedy pokud muž a žena, stejně vážící a stejně staří požijí shodné množství alkoholu, u ženy bude dosaženo vyšší koncentrace alkoholu v krvi než u muže (Ehrmann a kol., 2006; Mumenthaler a kol., 1999; Shapiro, 2005).

S tím ve svých studiích zabývajících se farmakokinetikou alkoholu u mužů a žen souhlasí i Dettling a kol. (2007) a Li a kol. (2000), avšak dodávají, že zároveň je u žen vyšší míra eliminace alkoholu než u mužů, jelikož mají výrazně větší množství jaterní tkáně v porovnání s menším distribučním objemem.

## **2.3 Vliv alkoholu na organismus**

Většina lidí oceňuje vliv alkoholu, jelikož v malém množství vyvolává subjektivně příjemný účinek. Ten je popsán jako uvolnění, relaxace, zlepšení nálady a kontaktu s lidmi. Ale se zvyšujícími se dávkami alkoholu dochází k poruchám mozkové činnosti a nakonec až k narkóze (Luellmann a kol., 2004). Podle studie Dzürové a kol. (2010) je česká společnost velmi tolerantní ke konzumaci alkoholu a Češi patří mezi nejvyšší spotřebitele alkoholu v rozvinutém světě (konzumace alkoholických nápojů na jednoho obyvatele).

Otázkou vlivu alkoholu na pohybový aparát člověka se zabýval i Vopat (2013). Ve své diplomové práci zjistil, že požití alkoholu 30 minut před pohybovým výkonem zvyšuje sílu flexorů kolenního kloubu při třech vybraných úhlových rychlostech (60, 80 a 240 °/s). U tohoto experimentu se jednalo o krátkodobou až střednědobou zátěž. I přes tyto pozitivní výsledky nedoporučuje požívat alkohol před sportovní aktivitou, jelikož jiné studie poukazují na negativní účinky alkoholu na vytrvalostní výkony.

Vliv alkoholu na lidský organismus také sledovala ve své rešeršní bakalářské práci Bukáčková (2012). Ta došla k závěru, že konzumace malého množství alkoholu, převážně pak vína, snižuje riziko výskytu cukrovky, kardiovaskulárních chorob a zvyšuje hladinu HDL cholesterolu. Rozhodně však varuje před pitím alkoholu u dětí, sportovců a v těhotenství.

### **2.3.1 Akutní účinky alkoholu**

Alkohol lehce prostupuje lipidovými bariérami, a tak se rychle dostává do centrálního nervového systému (Ehrmann a kol., 2006). Tam působí jako sedativa, tlumí

funkci CNS, tedy oslabuje vnímání bolesti a vyvolává všechna stadia narkózy (Luellmann a kol., 2004; Shapiro, 2005).

Při malých dávkách způsobuje alkohol u mnoha lidí motorické a psychické oživení. Zároveň se snižuje schopnost koncentrace, motorická výkonnost a sebekritika, ale stoupá sebevědomí (Luellmann a kol., 2004). Podle studie Zoethouta a kol. (2011) je po požití alkoholu charakteristické zhoršení soustředěnosti, pozornosti, odhadu výšky a při vyšších dávkách pak zhoršení času reakce a pracovní paměti. Bjork a Gilman (2014) doplňují tvrzením, že alkohol ovlivňuje oblast mozku, která řídí motivaci.

Dalším účinkem alkoholu, který souvisí s ovlivněním CNS, je ovlivnění krevního oběhu. Jak tvrdí Luellmann a kol. (2004), po požití alkoholu se rozšiřují kožní cévy, ale nedochází k poklesu krevního tlaku, protože se zároveň stahují cévy ve splachnické oblasti.

Oxidací alkoholu dochází k redukci koenzymu  $\text{NAD}^+$  na  $\text{NADH}+\text{H}^+$ . Vyšší vnitrobuněčná koncentrace tohoto redukováného koenzymu je příčinou vyšší tvorby laktátu z pyruvátu a to vede k laktátové acidóze (Ehrmann a kol., 2006). Zvýšená hladina laktátu v krvi způsobuje snížení vylučování kyseliny močové ledvinami a zvýšení její koncentrace v krvi (Ehrmann a kol., 2006; Nekola, 2000).

Dle Ehrmanna a kol. (2006) úbytek pyruvátu vede ke snížení glukoneogeneze. Luellmann a kol. (2004) tvrdí, že zvláště pak při nedostatku jaterního glykogenu alkohol inhibuje glukoneogenezi z aminokyselin. Podle autorů Luellmanna a kol. (2004) a Nekoly (2000) takto vznikající hypoglykemie může mít vážné následky u lidí po náročném fyzickém výkonu, po hladovění, anebo u diabetiků.

Ve studii Volkowa a kol. (2013) bylo zjištěno, že při intoxikaci alkoholem se snižuje metabolismus glukózy v mozku, avšak oproti tomu výrazně stoupá příjem acetátu. Toto zjištění potvrzuje jejich hypotézu, že během intoxikace alkoholem může mozek spoléhat na acetát jako na alternativní zdroj energie.

Jak uvádí Maughan (2014), alkohol má diuretický účinek, který vede ke ztrátám tělesných tekutin. U sportovců konzumujících alkohol může dojít k dehydrataci organismu a tudíž k poklesu výkonnosti. Požití alkoholu před, během nebo po výkonu také zpomaluje rehydrataci organismu a oddaluje proces regenerace.

### 2.3.2 Chronické účinky alkoholu

Ačkoli je pravidelné pití alkoholu široce rozšířené jak mezi běžnou populací, tak mezi sportovci, je prokázáno, že chronické pití alkoholu způsobuje mnoho somatických a psychických onemocnění a může vést až k závislosti (Luellmann a kol., 2004; Nekola, 2000).

Jedním, a velmi častým důsledkem pravidelné konzumace alkoholu (min. 40-60g/den u žen a 100-150 g/den u mužů) je tzv. cirhóza jater. Toto orgánové poškození je příčinou mj. snížení funkce jater, avšak při přísné abstinenci je tento stav reverzibilní. Zajímavé je zjištění, že při požití stejného množství alkoholu je u žen větší riziko vzniku tohoto onemocnění než u mužů (Luellmann a kol., 2004; Rehm a kol., 2010).

Oxidace alkoholu je provázena zvýšenou syntézou triacylglycerolů a mastných kyselin. Ty se ve větší míře ukládají v játrech a postupem času způsobují tzv. steatózu (ztučnění) jater (Luellmann a kol.; Nekola, 2000).

Prediktorem pro zmíněnou steatózu jater a pro hyperinzulinemii, neboli zvýšenou koncentraci inzulínu v krvi, je podle Falc-Yttera a kol. (2000) viscerální tuk, nikoli celkové množství tukové tkáně v těle. A právě u osob pravidelně konzumujících zvýšené množství alkoholu dochází k procentuálnímu nárůstu viscerálního tuku navzdory neměnící se hodnotě celkového množství tuku.

Hamaguchi (2012) souhlasí s tvrzením, že konzumace alkoholu zvyšuje riziko hiperinzulinemie. Naopak ve své studii, která zahrnovala 18571 japonských mužů a žen ve věku od 18 do 88 let, došel k závěru, že míra výskytu ztučnění jater byla nižší u osob s lehkou (40-140 g/týden) až střední (140-280 g/týden) konzumací alkoholu, než u abstinentů či osob s minimální konzumací alkoholu (<40 g/týden).

I studie jiných autorů potvrzují, že umírněné pití alkoholu snižuje riziko kardiovaskulárních chorob, steatózy jater a diabetu 2. typu. Zároveň však upozorňují na možnost vzniku jiných chorob, jako je například rakovina prsu (Beulens a kol., 2012; Dunn a kol., 2012).

1g alkoholu dodává 29,7 J a tím nahrazuje příjem sacharidů. Z tohoto důvodu alkoholici, ale často i sportovci konzumující alkohol, mají snížený příjem potravy a tím pádem i nedostatečnou dodávku vitamínů, převážně pak komplexu B (Ehrmann a kol, 2006; Luellmann a kol., 2004; Nekola, 2000). Nekola (2000) dodává, že požívání

alkoholu vede nejen k nedostatečnému příjmu vitamínů, ale také ke ztrátám důležitých minerálů, jako je hořčík, vápník, fosfor, zinek a draslík.

Strunecká a Patočka (2012) doplňují tuto problematiku tvrzením, že dlouhodobá konzumace zvýšeného množství alkoholu je rizikovým faktorem pro vznik rakoviny tlustého střeva, konečníku, prsu a pravděpodobně i jater.

## 2.4 Alkohol a termoregulace

Jak již bylo výše uvedeno, konzumací alkoholu dochází k rozšíření kožních cév, ale zároveň se stahují cévy ve splachnické oblasti. Dle Luellmanna a kol. (2004) alkohol současně inhibuje termoregulační centrum, dochází k výrazné ztrátě tepla, a proto osoby intoxikované alkoholem mohou zemřít na podchlazení i při teplotách značně přesahujících 0°C. Také Maughan (2014) přisuzuje zvýšenou ztrátu tepla rozšíření kožních cév v důsledku požití alkoholu.

Vliv alkoholu na teplotní práh tělesného jádra pro pocení, vazokonstrikci, a svalový třes sledovali ve své studii Johnstona a kol. (1996). Zaměřili se také na to, jak alkohol ovlivňuje rychlost ochlazování tělesného jádra. Zjistili, že alkohol (1ml/kg tělesné hmoty) snižuje teplotní práh pro vazokonstrikci o  $0,32 \pm 0,2$  °C a zvyšuje prokrvení konečků prstů, ale nemá žádný vliv na práh pro pocení a svalový třes či na rychlost ochlazování jádra. Z těchto výsledků učinili závěr, že umírněná konzumace alkoholu pravděpodobně nedělá jedince náchylné na podchlazení či přehřátí prostřednictvím narušené termoregulace, ale spíše v důsledku behaviorálních činitelů.

Na výše zmíněnou studii Johnstona a kol. (1996) navazují Yoda a kol. (2005). Ti sledovali účinky 15 % alkoholu (0,36 g/kg tělesné hmotnosti) na osoby vystavené teplotě 33 °C. V jejich studii požitím alkoholu došlo ke kožní vazodilataci a k urychlení pocení. To zvyšuje ztrátu celkové tělesné vody a přesun tekutiny z vnitrobuněčného prostoru do mimobuněčného (Havlíčková, 1999; Kittnar, 2011). Zvýšené pocení, které Yoda a kol. (2005) pozorovali, bylo pravděpodobně způsobeno vlivem účinku alkoholu na centrální nervový systém, jelikož potní žlázy jsou inervovány sympatickými nervy.

Yoda a kol. (2005) také zaznamenali u pozorovaných subjektů větší pokles teploty tělesného jádra než u kontrolní skupiny, ale zároveň probandi měli pocit tepla po celém těle. Se stejnou reakcí se setkali i Crawshaw a kol. (1981), když probandi zažívali po

konzumaci alkoholu pocit tepla i přes lehké snížení kožní teploty a teploty tělesného jádra.

Nízké dávky alkoholu neovlivňují pouze autonomní procesy ztrát tělesného tepla jako je vazodilatace a pocení, ale i behaviorální procesy termoregulace, které snižují tělesnou teplotu. Alkohol tedy pravděpodobně přímo působí na termoregulační centra mozku tak, že teplota těla je regulována na nižší úrovni (Johnston a kol., 1996; Yoda a kol., 2005).

## 2.5 Termoregulace

Člověk patří k teplokrevným živočichům, jejichž tělesná teplota se různými termoregulačními mechanismy udržuje v rozmezí +4 °C (tabulka 4) kolem průměrné hodnoty 36-37 °C (Havlíčková, 1999). To se však týká pouze tělesného jádra, končetiny a kůže se chovají více méně studenokrevně (Silbergnagl a Despopoulos, 2004).

Teplota povrchu těla kolísá podle typu termoregulačních pochodů a také závisí na teplotě okolního prostředí. Při pokojové teplotě 20 °C se kožní teplota pohybuje mezi 33-34 °C (Bartůňková, 2006; Kittnar, 2011).

**Tabulka 4**

Rozmezí hodnot tělesné teploty (Bartůňková, 2006)

40 °C	těžká fyzická práce
38 °C	emoce
37 °C	obvyklý rozsah
36 °C	časné ráno

Udržování relativně stálé tělesné teploty je důležité pro zachování řady metabolických pochodů. Změny teploty vnitřního prostředí (tabulka 5) vyvolávají změny na buněčných strukturách, ovlivňují enzymatické pochody a zasahují do řady chemicko- fyzikálních procesů (Havlíčková, 1999; Kittnar, 2000). Nevratné poškození buňky vzniká při -1 °C, kdy se v buňce tvoří krystalky ledu. Naopak při 45 °C dochází ke koagulaci proteinů (Havlíčková, 1999).

## Tabulka 5

Tělesná teplota a změny v organismu (Bartůňková, 2006)

44 - 45 °C	nevratná denaturace proteinů -> smrt
41 - 44 °C	úpal, zranění mozku (ztráta termoregulace)
38 - 41 °C	horečka, těžká práce nebo cvičení
36 - 38 °C	normální aktivita zdravého člověka
33 °C	ztráta vědomí a hypotermie
30 °C	ztráta termoregulačních schopností
20 °C	poruchy srdeční činnosti -> smrt

Ústředím termoregulace je hypotalamus. Tam jsou lokalizovány centrální termoreceptory a při odchylkách teploty tělesného jádra od hodnoty 37 °C jsou aktivovány termoregulační mechanismy. Centrum tvorby a výdeje tepla je také v prodloužené míše a další informace přicházejí i z periferních receptorů v kůži (Bartůňková, 2006; Silbernagl a Despopoulos, 2004).

Vlastní řízení tělesné teploty je možno popsat zpětnovazebným okruhem, který obsahuje jednu regulovanou soustavu odpovědnou za výdej tepla a druhou za tvorbu tepla (Kittnar, 2000). Termoregulace se netýká pouze regulací změn vnitřního prostředí, ale i zevního. Velký vliv na udržení fyziologické teploty těla mají, ze zevních podmínek, především vlhkost vzduchu, proudění vzduchu a tepelné záření.

Mechanismy tvorby tepla jsou fyziologické, jako je vazokonstrikce kožní oblasti (snížení průtoku cévami), a chemická termoregulace. Chemická energie, která se vyskytuje v makroergních fosfátech se přeměňuje na mechanickou a tepelnou energii. Zvýšením metabolismu dochází ke zvýšení tělesné teploty (Bartůňková, 2006; Kittnar, 2000).

Výdej tepla zajišťují fyzikální termoregulace a fyziologické mechanismy. Mezi fyziologické mechanismy patří vazodilatace neboli rozšíření kožních cév (Bartůňková, 2006). Pod fyzikální termoregulaci spadá vyzařování, odpařování, vedení a proudění (Bartůňková, 2006; Kittnar, 2000; Silbernagl a Despopoulos, 2004).

Vyzařování (sálání, radiace), jak je patrné z tabulky 6, má největší procentuální zastoupení. Množství tepla vydávané zářením závisí mj. na teplotě zdroje. Jestliže osoby či předměty v okolí jsou teplejší než kůže, tělo od nich sálavé teplo přijímá; jsou-

li chladnější, může kůže vydávat tepelné paprsky jejich směrem (Silbernagl a Despopoulos, 2004).

Pokud je vzduch chladnější než kůže, může tělo využít vedení tepla (kondukce) z kůže do okolního prostředí. Tento způsob výdeje tepla se mnohem více uplatňuje, jestliže ohřátá vrstvička vzduchu je odebírána z povrchu kůže buď stoupáním teplého vzduchu, nebo větrem (proudění, konvekce) (Silbernagl a Despopoulos, 2004).

Výše zmíněné mechanismy nejsou dosti účinné při vysoké teplotě prostředí a těžké fyzické práci. Za těchto podmínek tělo využívá odpařování neboli evaporaci (Silbernagl a Despopoulos, 2004). Potřebná voda vystupuje na povrch kůže jednak difuzí (perspiratio insensibilis), což je asi 0,5 l/24h, jednak nervově řízenou činností potních žláz (Bartůňková, 2006; Silbernagl a Despopoulos, 2004). Podle Silbernagla a Despopoulose (2004) se jedním litrem odpařené tekutiny odejme tělu 2428 kJ, avšak podle Bartůňkové (2006) je to pouze 2300 kJ.

Pot je hypotonická až izotonická tekutina s krevní plazmou (složení: ionty Na, Cl, K, močovina, laktát). Potní žlázy se dělí na ekrinní a apokrinní. Ekrinní se vyskytují na dlaních a ploskách chodidel a zvýšená sekrece je při emocích. Apokrinní jsou větší žlázy v podpaží, v krajině anální a genitální. (Bartůňková, 2006).

Bartůňková (2006) také rozděluje typy pocení. Emoční pocení je rychlé, naopak termické pocení je pomalé a námahové pocení je kombinací emočního a termického pocení.

Následky pocení jsou dehydratace, svalové křeče (kvůli ztrátám iontů), slabost, apatie a bolest hlavy. Může dojít až k extrémním situacím jako je kolaps či edém mozku (Bartůňková, 2006).

### Tabulka 6

Procentuální zastoupení jednotlivých mechanismů fyzikální termoregulace  
(Bartůňková, 2006)

vyzařování	50 % - 60 %
odpařování	20 % - 27 %
vedení	1 % - 10 %
proudění	7 % - 17 %

### 2.5.1 Termoregulace při tělesné zátěži

Tělesná zátěž, jako je např. těžká fyzická práce nebo intenzivní sportovní výkon, vyžadují velmi přesnou koordinaci funkcí orgánových systémů. V souvislosti s pohybovou činností a to zejména vyšší intenzity objemu se zvyšuje aktivita metabolických dějů. Svalová práce vyžaduje především energetické krytí výkonu. Ze začátku si sval vystačí s vlastními zásobami ATP a CP, ale při dlouhodobější činnosti se musí zapojit i ostatní orgánová ústrojí (Havlíčková, 1999; Kittnar, 2011).

Bartůňková (2006) i Havlíčková (1999) se shodují, že zdroji energie pro pohybovou činnost jsou primárně makroergní substráty (glycidy - cukry, lipidy - tuky a proteiny - bílkoviny).

Kvalitativní i kvantitativní hodnota reakce na tělesnou zátěž závisí na druhu, intenzitě a délce trvání zátěže (Dobšák a kol., 2009, Havlíčková, 1994). Kittnar (2011) dodává, že dynamika změn, které nastávají v organismu na začátku svalové práce, závisí na věku, zdravotním stavu a trénovanosti.

Vnitřní prostředí organismu je v neustálé funkční dynamické rovnováze. Udržování stálosti vnitřního prostředí, tzv. homeostázy, předpokládá zachování iontového složení, stabilní hodnoty pH, osmotických poměrů, objemů a průtoků tekutin ve fyziologickém rozmezí (Havlíčková, 1999). Kittnar a Mlček (2009, s. 26) definují homeostatický regulační systém jako „*soubor vzájemně funkčně propojených buněk a tkání, které spolupracují na udržení určité fyzikální nebo chemické veličiny v úzkém rozmezí tzv. normálních hodnot*“. Fyzikální veličinou může být například teplota těla nebo tlak krve, chemickou zase koncentrace glukózy nebo jiné látky v plazmě.

Reakce organismu na tělesnou zátěž představuje akutní pochody v podobě dopředných a zpětných vazeb. Při pravidelném zatěžování organismu dochází ke změnám, které nastávají v průběhu týdnů až měsíců a které se označují jako adaptace (Dovalil, 2009; Kittnar 2011). Jde o přizpůsobení strukturálního uspořádání i funkčního stavu buněk, tkání a orgánů ve snaze snížit reakce organismu na opakované podněty (Kittnar, 2011).

Snaha organismu o udržování stálého vnitřního prostředí je také velmi důležitá pro sportovní trénink. Jelikož výsledkem adaptace organismu jsou nejen menší změny vnitřního prostředí jako odpovědi na opakovanou zátěž, ale současně i větší



přizpůsobivost na změny vnitřního prostředí, a tedy schopnost většího výkonu (Dobšák a kol., 2009; Havlíčková, 1999; Kittnar, 2011).

Při tělesném zatížení jsou kladeny vysoké nároky na termoregulační pochody, jelikož efektivita metabolických pochodů závisí na udržování stálé tělesné teploty (Heller a Vodička, 2011). Při pohybové práci se z chemicky vázané energie přeměňuje jen 20 – 25 % na mechanickou energii a zbylých 75 – 80 % na energii tepelnou (Heller a Vodička, 2011; Kittnar, 2011).

Již za deset minut po zahájení intenzivní tělesné zátěže se zvyšuje teplota pracujících svalů na přibližně 39 °C (Kittnar, 2011). Toto zvýšení teploty na jedné straně urychluje prostřednictvím enzymatické katalýzy metabolické děje, naopak na straně druhé, přehříváním organismu může dojít ke zpomalení těchto dějů. Nejdůležitější je proto rovnováha mezi tvorbou a výdejem tepla (Bartůňková, 1996; Heller a Vodička, 2011). Na tvorbě tepla se podílejí různou měrou jednotlivé orgány v závislosti, zdali je tělo v klidu či při tělesné námaze (tabulka 7).

**Tabulka 7**

Relativní podíl jednotlivých orgánů na produkci tepla (Silbernagl a Despopoulos, 2004)

orgány	v klidu (%)	při tělesné zátěži (%)
kůže a svaly	18	90
hrudní a břišní orgány	56	8
mozek	16	1
ostatní	10	1

Výdej tepla během pohybové zátěže je zajišťován zvýšením vnitřního transportu tepla dilatací kožních cév (Silbernagl a Despopoulos, 2004). Při intenzivní tělesné práci se průtok krve kůží zvyšuje z klidové hodnoty 0,15 l/min na více než 7 l/min. Vazodilatací je nadbytečné teplo transportováno do kůže, odkud je odstraňováno do okolního prostředí (Kittnar, 2011).

Hlavním fyzikálním termoregulačním mechanismem při tělesné zátěži je evaporace potu na kožním povrchu (Bartůňková, 1996; Kittnar, 2011). Jak tvrdí Silbernagl a Despopoulos (2004), signál pro vylučování potu přichází z centrálních receptorů. Kožní receptory nezaznamenávají změnu, jelikož odpařováním potu je kůže ochlazována.

Podle Havlíčkové (1999) se za běžných podmínek během pohybové činnosti ztrácí 0,2 – 1,0 l/h. Při zvýšené teplotě okolního prostředí může množství potu vzrůst na 1,0 – 3,0 l/h, při vysoké teplotě a vlhkosti prostředí to může být 3,0 – 5,0 l/h. Avšak při vysoké vlhkosti vzduchu pot jen odkapává, což způsobuje neefektivní ztrátu vody bez ochlazení..

V důsledku redistribuce krve a pocení jsou patrné i změny kožní teploty (Bartůňková, 2006). Heller a Vodička (2011) popsali termoregulační mechanismy při pohybové zátěži v několika bodech. Na počátku zatížení se krev přesouvá do pracujících svalů, pokožka bledne a kožní teplota klesá. Zpravidla do páté minuty od počátku zatížení dochází k prokrvení podkoží, což je doprovázeno zčervenáním pokožky, zvýšením kožní teploty a pocením. Poté se odpařováním potu, kůže přechodně ochladí. Při pokračující práci stoupá teplota tělesného jádra, postupuje dehydratace i redistribuce iontů ve vnitřních prostorech organismu, což způsobuje opětovné zvyšování kožní teploty a následným vyčerpáním termoregulačních dějů je člověk nucen práci výrazně snížit či úplně přerušit.

Havlíčková (1999) Kittnar (2011) se shodují, že největším rizikem pro homeostázu během tělesné zátěže je právě ztráta tekutin pocením. Ztráta potu (hypotonické tekutiny) vede ke zvýšení osmolality mimobuněčné tekutiny. Aby se organismus bránil poruchám homeostázy, dochází ke snížení produkce moči a redistribuci tělesných tekutin. Tekutina se přesouvá z vnitrobuněčné oblasti do mimobuněčné a současně z tkáňového moku do plazmy. To zabraňuje příliš velkému poklesu objemu krve a tedy ještě výraznějšímu zhoršení prokrvení vnitřních orgánů.

Bartůňková (2006) doplňuje tuto problematiku tvrzením, že adaptace na teplo zlepšuje termoregulační pochody. Výjimkou jsou plavci, protože díky vysoké vodivosti vody netrpí přehříváním. U trénovaných jedinců jsou patrné nižší ztráty iontů, dřívější pocení a dřívější žízeň. Podle Havlíčkové (1999) u netrénovaných je ztráta kationtu Na 40 – 60 mmol/l, u aklimatizovaných je to pouze 10 – 20 mmol/l.

U adaptace na chlad dochází ke zvýšení izolace, zvýšení metabolismu či naopak snížení metabolismu, tedy snížení vnímavosti chladu (Bartůňková, 2006).

## **2.6 Shrnutí teoretické části**

V teoretické části jsme sepsali dohledatelné informace o tělesném složení a o možnostech ovlivnění jednotlivých složek organismu pohybovou aktivitou. Dále jsme se zabývali metabolismem alkoholu a tím, jak alkohol ovlivňuje organismus a termoregulaci, tedy i tělesné složení. V poslední části teoretických poznatků jsme rozebrali proces termoregulace, který slouží k udržení homeostázy, a který evaporací potu ovlivňuje množství tělesných tekutin.

## **3 Cíle, hypotézy a úkoly**

### **3.1 Cíl Práce**

Cílem práce je zjistit, zdali alkohol požitý 30 minut před aerobním zátěžovým testem na běžeckém trenažéru ovlivňuje tělesné složení.

### **3.2 Hypotézy**

1. Požití alkoholu před zátěžovým testem vede k významnému poklesu TBW.
2. Požití alkoholu před zátěžovým testem vede k významnému poklesu ICW.
3. Požití alkoholu před zátěžovým testem nevede k významným změnám % BF.
4. Požití alkoholu před zátěžovým testem nevede k významným změnám FFM.
5. Požití alkoholu před zátěžovým testem nevede k významným změnám poměru ECM/BCM.

### **3.3 Úkoly práce**

1. Studium literatury
2. Realizace měření.
3. Shromáždění dat z testů.
4. Zpracování dat.
5. Vyhodnocení naměřených výsledků.

## **4 Metodika výzkumu**

### **4.1 Výzkumné metody**

Jednalo se o experimentální druh práce, který má kvantitativní charakter. Pro výzkum jsme využili randomizovaný experiment s kříženým plánem. Každý námi měřený jedinec byl jak ve skupině experimentální (tělesné složení před zátěží a po ní po požití alkoholu), tak ve skupině kontrolní (tělesné složení před zátěží a po ní bez požití alkoholu). Tento způsob výzkumu se podle Trochima (2001) nazývá Switch – Replication Design.

Pro získání potřebných dat jsme použili vícerozměrnou analýzu rozptylu s opakováním měření (2x2), resp. 2 faktorů, každý na dvou hladinách. Nezávislými proměnnými jsou zátěž (před a po) a alkohol (bez požití a po požití). Mezi závisle proměnnou patří složení těla. Mezi kovarianční proměnné pak věk, psychický stav, zdravotní stav, teplota a vlhkost okolního prostředí, atmosféra při měření.

### **4.2 Výzkumný soubor**

Výzkumu se zúčastnilo 7 žen, které pravidelně sportují (minimálně 3x týdně). Věk testovaných byl (průměr  $\pm$  směrodatná odchylka)  $21,3 \pm 0,9$  let, tělesná výška  $169,9 \pm 8,2$  cm. Nikdo z testovaných neoznámil žádnou kontraindikaci pro absolvování zátěžového testu na běžeckém trenažéru ani pro konzumaci alkoholu. Všechny testované ženy byly seznámeny s dodržením stejného pitného, stravovacího a pohybového režimu před měřeními.

Výzkum byl proveden po schválení etickou komisí FTVS UK. Všechny účastnice byly seznámeny s průběhem výzkumu a svým podpisem daly souhlas k měření a ke zpracování dat.

### **4.3 Realizace měření**

Měření se uskutečnilo ve dvou testovacích dnech, vždy v ranních hodinách. Mezi testovacími dny byly dva dny pauzy pro odpočinek a vyprcháání alkoholu. V těchto testovacích dnech a dnech pro odpočinek se testované vyvarovaly konzumaci alkoholu a velké fyzické námaze. Probandky neužily žádné medikamenty.

Testované byly randomizovaně rozděleny na dvě skupiny. První (experimentální) skupina požíla namíchaný alkoholický nápoj 30 minut před zátěží, druhá (kontrolní) skupina vypila stejné množství džusu. Při příštím měření si vyměnily role.

Podle Vopata (2013) před zátěžovým testem byla provedena bioimpedanční analýza a v závislosti na množství FFM byl namíchan nápoj vodka : džus v poměru 1 : 3. Množství alkoholu bylo stanoveno na 0,8g 100% ethanolu na každý započatý kilogram FFM. Alkohol byl podáván v podobě 37,5% vodky. Pro přepočítání sklenic alkoholu na gramy čistého alkoholu jsme použili vzorec:

$$0,8 \text{ ( hustota ethanolu ) } \times \text{ obsah sklenice / láhve ( ml ) } \times \text{ koncentrace alkoholu ( \% obj. ) } / 100.$$

Z tohoto výpočtu nám vyšlo, že v 0,5 dcl při koncentraci alkoholu 37,5 % je 15g. Abychom získali počet sklenic (obsah sklenice 0,5 dcl), použili jsme vzorec dle Vopata (2013):

$$0,8 \times \text{ FFM ( kg ) } / 15$$

Výsledný počet sklenic jsme ještě vydělili dvěma, jelikož se jednalo o dívky a koordinačně náročnější pohybovou činnost než ve studii Vopata (2013).

## **4.4 Použité přístroje a metody**

Pro zajištění konstantních podmínek se uskutečnilo měření v laboratoři sportovní motoriky Fakulty tělesné výchovy a sportu v Praze.

### **4.4.1 Zátěžový test**

Zátěžový test probíhal na běžeckém pásu Quasar (Cosmos, Německo). Měření nejprve absolvovaly čtyřminutové rozcvičení na pásu o nulovém sklonu. 2 minuty při rychlosti 8 km/h a 2 minuty při rychlosti 10 km/h. Poté měly probandky 2 minuty pauzu, po které následoval samotný zátěžový test na pásu o sklonu 5%, který se neměnil. Počáteční rychlost testu byla 10 km/h a každou minutu se zvyšovala o 1 km/h až do subjektivního maxima tj. do okamžiku přerušování zatížení sledovanou osobou. Délka zátěžového testu bez rozcvičení byla interindividuální, avšak pohybovala se okolo 5 minut.

#### 4.4.2 Bioimpedanční analýza

Před samotným měřením složení těla byla probandkám změřena aktuální tělesná hmotnost pomocí elektronické váhy s přesností na 0,1 kg (Soehnle ©, Germany) a tělesná výška s přesností na 0,1 cm za pomoci antropometru.

Měření složení těla bylo realizováno na multifrekvenčním bioimpedančním analyzátoru BIA 2000M (Data Input, Darmstadt, Německo), který měří celkovou impedanci na frekvencích 1, 5, 50 a 100 kHz za pomoci tetrapolární konfigurace elektrod (Segal a kol., 1991).

Princip metodiky multifrekvenční bioimpedanční analýzy spočívá na odlišných elektrických vlastnostech tkání, tukové hmoty a převážně pak tělesné vody (Heller a Vodička, 2011). FFM, která obsahuje vysoký podíl vody a elektrolytů, představuje dobrý vodič proudu. Na druhou stranu FM se chová jako izolant a špatný vodič. Proud o nízké frekvenci cca 1 – 5 kHz neproniká do vnitrobuněčného prostoru, proto lze jím měřit pouze ECW. Naopak proud o vysoké frekvenci 50 až 1000 kHz proniká i přes buněčnou membránu a lze jím měřit ECW a ICW, resp. TBW (Heller a Vodička, 2011; Kyle a kol., 2004; Lukaski a kol., 1985). Na základě regresních rovnic lze pak z hodnot impedance vypočítat TBW, ECW, ICW, FFM, %BF, ECM/BCM (Heller a Vodička, 2011).

#### 4.5 Vyhodnocení výsledků

Statistické vyhodnocení významnosti rozdílů výsledků jsme uskutečnili pomocí statistického programu SPSS 20. Statistická významnost byla stanovena  $p < 0,05$ . Velikost efektu (věcnou významnost) jsme posuzovali pomocí parciálního koeficientu „Eta squared“ ( $\eta^2$ ). Podle Morseho (1999) ho lze vyhodnotit následovně:

$\eta^2 \geq 0,14$                       velký efekt

$\eta^2 \in \langle 0,06; 0,14 \rangle$             střední efekt

$\eta^2 \in \langle 0,01; 0,06 \rangle$             malý efekt

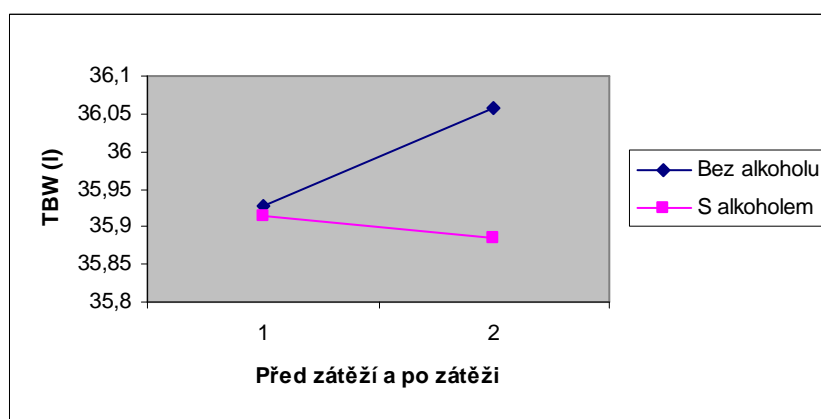
## 5 Výsledky

### *TBW*

Nepotvrdila se nám hypotéza č. 1. I když došlo k poklesu celkové tělesné vody po požití alkoholu, výsledky mnohorozměrné analýzy rozptylu (tabulka 7) nepoukázaly na statisticky významnou změnu ( $p > 0,05$ ), velikost efektu (věcná významnost) byla vyhodnocena jako střední.

**Graf 1**

Průměrné hodnoty TBW před zátěžovým testem a po něm

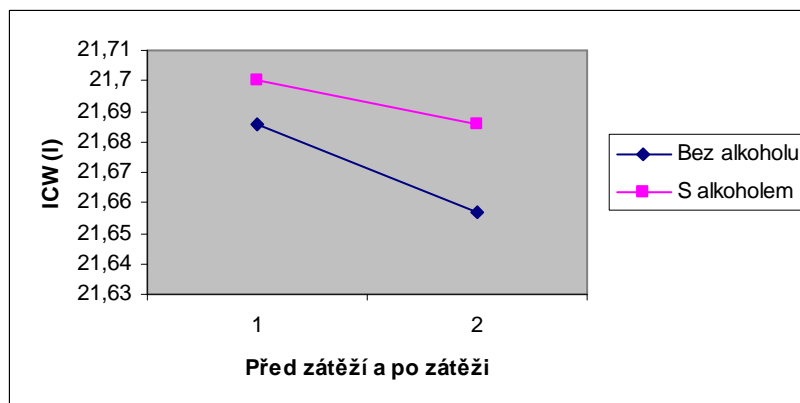


### *ICW*

Taktéž hypotéza č. 2 byla zamítnuta, jelikož změny vnitrobuněčné tekutiny nebyly po požití alkoholu statisticky významné ( $p > 0,05$ ) a velikost efektu byla nevýznamná ( $\eta^2 < 0,01$ ).

**Graf 2**

Průměrné hodnoty ICW před zátěžovým testem a po něm



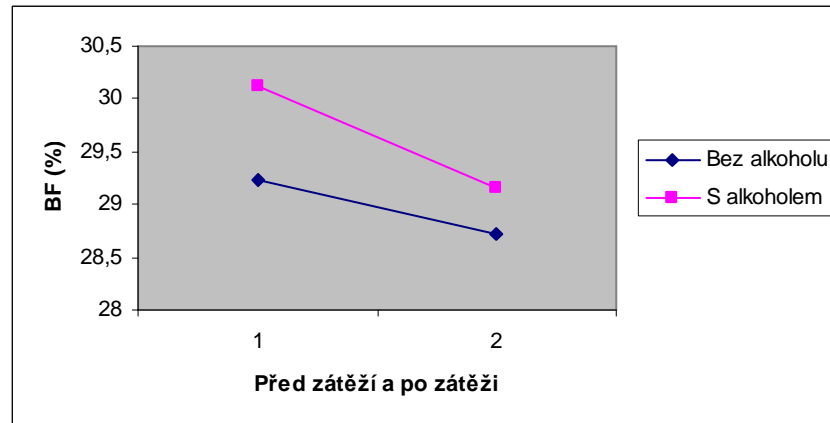


## ***BF***

Změny v procentech tělesného tuku nebyly taktéž statisticky významné ( $p > 0,05$ ), čímž se potvrdila naše hypotéza č 3. Velikost efektu byla malá.

**Graf 3**

Průměrné hodnoty % BF před zátěžovým testem a po něm

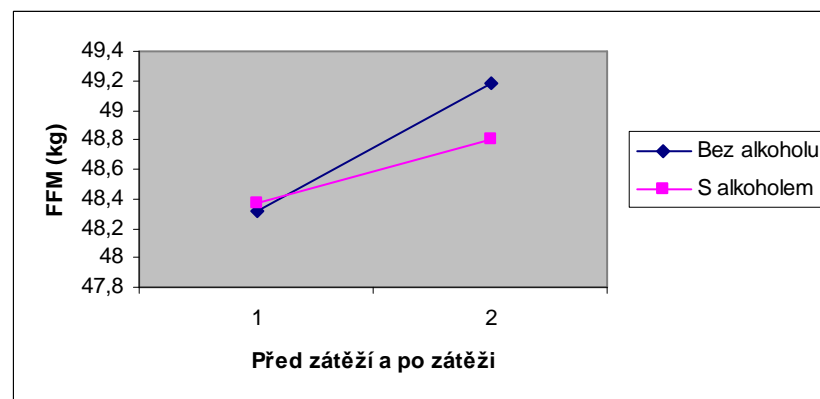


## ***FFM***

U tukuprosté hmoty došlo v obou případech (bez požití alkoholu i po jeho požití) k mírnému nárůstu, nejedná se ale o statisticky významnou změnu ( $p > 0,05$ ), čímž se potvrdila hypotéza č. 4. Velikost efektu však byla vyhodnocena jako velká ( $\eta^2 = 0,220$ ).

**Graf 4**

Průměrné hodnoty FFM před zátěžovým testem a po něm

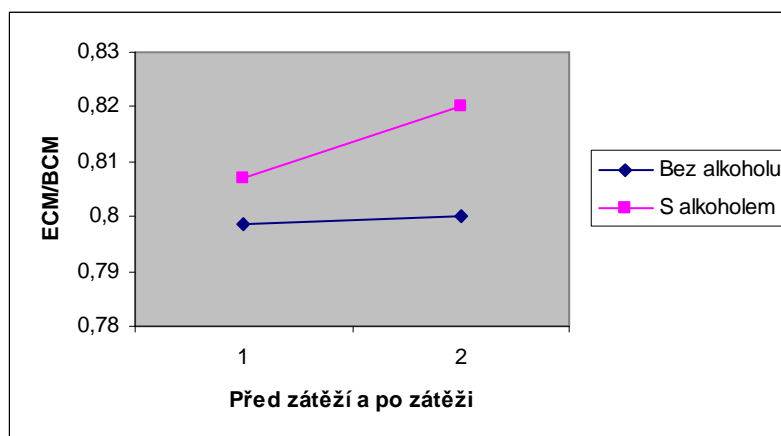


## ECM/BCM

Hypotéza č. 5 se nám potvrdila, jelikož u poměru mimobuněčné a celkové buněčné hmoty nebyl zjištěn statisticky významný vliv alkoholu ( $p > 0,05$ ), i když došlo k mírnému nárůstu po zátěžovém testu. Velikost efektu byla vyhodnocena jako střední.

**Graf 5**

Průměrné hodnoty ECM/BCM před zátěžovým testem a po něm



**Tabulka 7**

Výsledky MANOVA pro interakční efekt Zátěže a Alkoholu

Efekt	Závisle proměnné	F	p	$\eta^2$
Zátěž x Alkohol	TBW (l)	0,40	0,55	0,06
	ICW (l)	0,03	0,88	0,00
	BF (%)	0,32	0,59	0,05
	FFM (kg)	1,69	0,24	0,22
	ECM/BCM	0,58	0,48	0,09

## 6 Diskuze

V této studii bylo hlavním záměrem posoudit vliv alkoholu požitého 30 minut před zátěžovým testem na vybrané parametry tělesného složení, respektive na % BF, FFM, ECM/BCM, TBW a ICW, u pravidelně sportujících žen.

Hypotézy č. 1 a č. 2 se nám nepotvrdily ( $p > 0,05$ ). Z důvodu nenalezení zcela stejné studie testování jsme pro porovnání výsledků vycházeli ze studií Johnstona a kol. (1996) a Yody a kol. (2005) a z obecně známého faktu, že alkohol způsobuje rozšíření kožních cév (Bartůňková a kol., 2013; Luellmann a kol., 2004; Maughan, 2014). S našimi výsledky se shoduje studie Johnstona a kol. (1996), ve které po konzumaci alkoholu nedošlo ke změně prahu pro pocení, a která ukazuje relativně malý účinek alkoholu na lidskou termoregulaci oproti jiným menším savcům. Naopak Yoda a kol. (2005) zaznamenali po požití alkoholu u probandů vystavených teplotě 33 °C zvýšený pocit tepla, zvýšený průtok krve kůží a zvýšenou míru pocení v hrudní oblasti oproti kontrolní skupině, i přes snížení teploty tělesného jádra.

Domníváme se, že rozdílnost výsledků může být způsobena činností potních žláz, ve které byly nalezeny značné interindividuální rozdíly (Bain a kol., 2011; Havlíčková a kol., 1999). U některých osob dokonce potní žlázy úplně chybí (Havlíčková a kol., 1999). Dalším vysvětlením, proč se TBW a ICW statisticky významně nesnížily, může být fakt, že doba zátěže byla příliš krátká. Podle Hellera a Vodičky (2011) by do 5 minut od počátku zatížení mělo dojít k prokrvení podkoží a k pocení. V naší studii paradoxně po požití alkoholu některé probandky vydržely běžet déle, ale i tak se doba zátěže i s rozcvičením pohybovala okolo 7 minut.

Dalším vysvětlením, proč se nám nepotvrdily naše hypotézy, může být podání příliš malého množství alkoholu. Množství alkoholu jsme stanovili stejnou metodou jako Vopat (2013) ve své práci, ale výsledný počet sklenic jsme ještě vydělili dvěma. Rozhodli jsme se pro podání takto malého množství alkoholu, jelikož je známo, že u žen, které váží stejně jako staří muži, je dosaženo vyšší koncentrace alkoholu v krvi než u mužů (Ehrmann a kol., 2006; Mumenthaler a kol., 1999; Shapiro, 2005). Také zátěžový test na běžeckém trenažéru je koordinačně náročnější než test na izokinetickém dynamometru, což by po podání většího množství alkoholu mohlo způsobit probandkám zranění pádem. Právě kombinace konzumace alkoholu a zátěžového testu nám dělala největší problém při shánění probandek. Hodně potenciálně

vhodných žen pro náš výzkum odmítlo zúčastnění se výzkumu, právě z obavy absolvování zátěžového testu po požití alkoholu.

Hypotézy č. 3., č. 4. a č. 5 se nám potvrdily ( $p > 0,05$ ). Nejsou nám známy studie, které by zkoumaly akutní účinky alkoholu při tělesné zátěži na % BF, FFM a ECM/BCM. Jak již bylo zmíněno, je znám efekt dlouhodobé konzumace zvýšeného množství alkoholu, kdy dochází ke zvýšení % viscerálního tuku aniž by se zvýšilo % celkového množství tuku v těle. Právě zvýšení viscerálního tuku je prediktorem steatózy jater (Falc-Yttera a kol., 2000). Na druhé straně umírněné pití alkoholu naopak snižuje riziko vzniku steatózy jater (Beulens a kol., 2012; Dunn a kol., 2012; Hamaguchi, 2012).

I když se nám hypotéza č. 4 potvrdila, podle Česáka (2014) se dopočítávání FFM u BIA metody měření tělesného složení ukazuje být „nejslabším“ místem. Podle Bunce a kol. (2001) nepřesnosti vznikají chybou vlastního měřicího zařízení (1,5 %), stavem hydratace jedince (2 – 4 %), svodem mezi měřeným subjektem a zemí (1 – 2 %) i typem a umístěním elektrod (3 %).

Pro měření tělesného složení jsme vybrali BIA metodu, jelikož je finančně nenáročná, rychlá a relativně jednoduchá na obsluhu. I přes správné umístění elektrod, mohlo dojít ke zkreslení výsledků, jelikož jsme nemohli dodržet některá doporučení pro použití BIA. Dle Přidalové (2005) by se nemělo jíst a pít po dobu 4 – 5 hodin před testem, cvičit po dobu 12 hodin před testem a neměl by být požit alkohol po dobu 24 hodin před testem.

Při měření BIA metodou také záleží na povrchové teplotě kůže (Přidalová, 2005). Jelikož jsme probandky testovali ihned po zátěži, mohly mít jinou povrchovou teplotu kůže než před zátěží, a tudíž mohlo dojít ke zkreslení výsledků.

Jsme si vědomi, že u žen a dívek by se mělo přihlížet při BIA metodě i k jejich menstruačnímu cyklu a neměly by být měřeny v době premenstruace a menstruace (Přidalová, 2005). V luteální fázi menstruačního cyklu dochází totiž k redistribuci tělesných tekutin, ke zvýšení koncentrace sodíku a ke zvýšení teploty tělesného jádra a teploty kůže spojené s termogenním efektem progesteronu. Tyto fyziologické změny jsou předpokladem pro snížení odporu a tím pádem ke změně odhadů tělesného složení (Gleichauf a Roe, 1989). Pro nás by však bylo realizačně složité zohlednit tento fakt, jelikož by studie byla časově náročnější.

## 7 Závěr

Hlavním cílem práce bylo zjistit vliv alkoholu po aerobním zátěžovém testu na tělesné složení, respektive vliv alkoholu požitého před zátěží na TBW, ICW, % BF, FFM a poměru ECM/BCM u pravidelně sportujících žen.

Výsledky neukázaly statisticky významný vliv alkoholu požitého před aerobním zátěžovým testem na vybrané parametry tělesného složení. Velký efekt (věcná významnost) byl zaznamenán pouze u FFM.

Zároveň jsme si vědomi limitací naší práce vzhledem k velmi malému množství probandek a vzhledem ke zvolené metodě měření tělesného složení, a proto je vhodné provést další studie v dané problematice.

## 8 Použitá literatura

- ALBRIGHT, A. L., STERN, J. S. Adipose tissue. *Encyclopedia of sports medicine and science*. 1998, vol. 10.
- BAIN, A. R., DEREN, T. M., JAY, O. Describing individual variation in local sweating during exercise in a temperate environment. *European Journal of Applied Physiology*. 2011, vol. 111, no. 8, s. 1599-1607. DOI: 10.1007/s00421-010-1788-9. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00421-010-1788-9>
- BARTŮŇKOVÁ, S. *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013, 246 s. ISBN 978-80-87647-06-6.
- BARTŮŇKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty Fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2006, 285 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-1171-6.
- BARTŮŇKOVÁ, S. *Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1996, 83 s. ISBN 80-718-4274-5.
- BEULENS, J. W. J., van der SCHOUW, Y. T., BERGMANN, M. M., ROHRMANN, S., SCHULZE, M. B., BUIJSSE, B., GROBBEE, D. E., ARRIOLA, L., CAUCHI, S., TORMO, M.-J., ALLEN, N. E., van der A, D. L., BALKAU, B., BOEING, H., CLAVEL-CHAPELON, F., LAUZON-GUILLAN, B., FRANKS, P., FROGUEL, P., GONZALES, C., HALKJAER, J., HUERTA, J. M., KAAKS, R., KEY, T. J., KHAW, K. T., KROGH, V., MOLINA-MONTES, E., NILSSON, P., OVERVAD, K., PALLI, D., PANICO, S., QUIRÓS, J. R., RONALDSSON, O., ROMIEU, I., ROMAGUERA, D., SACERDOTE, C., SÁNCHEZ, M.-J., SPIJKERMAN, A. M. W., TEUCHER, B., TJONNELAND, A., TUMINO, R., SHARP, S., FOROUHI, N. G., LANGENBERG, C., FESKENS, E. J. M., RIBOLI, E., WAREHAM, N. J. Alcohol consumption and risk of type 2 diabetes in European men and women: influence of beverage type and body size The EPIC-InterAct study. *Journal of Internal Medicine*. 2012, vol. 272, no. 4, s. 358-370. DOI: 10.1111/j.1365-2796.2012.02532.x.

- BJORK, J. M. a GILMAN, J. M. The effects of acute alcohol administration on the human brain: Insights from neuroimaging. *Neuropharmacology*. 2014, vol. 84, s. 101-110. DOI: 10.1016/j.neuropharm.2013.07.039.
- BUKÁČKOVÁ, A. *Alkohol a jeho vliv na lidský organismus*. Brno: Masarikova Univerzita, 2012. Bakalářská práce. Fakulta Sportovních studií.
- BUNC, V. a SKALSKÁ, M. Jsou předpoklady pro pohybové zatížení u osob s nadváhou nebo obezitou odlišné než u osob s normální hmotností? *Česká kinantropologie*. 2011, vol. 15, no. 3, s. 55-63.
- BUNC, V. Změny vybraných parametrů tělesného složení a aerobní zdatnosti u vysoce trénovaných fotbalistů v průběhu tréninkového roku. In: ČEPIČKA, L. *Hry 2006: sborník příspěvků s tematikou her v programech tělovýchovných procesů = Games 2006 : proceedings of papers on games in the programs of physical education and sport training processes*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2006, s. 71-75. ISBN 8070434430.
- BUNC, V. Prediction equations for determination of body composition by bioimpedance method in children. *Med.Sport Sci*. 2001, vol. 44, s. 46-52.
- BUNC, V., DLOUHÁ, R., MORAVCOVÁ, J. a kol. Estimation of body composition by multifrequency bioimpedance measurement in children. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2000, vol. 881, s. 203–204.
- CRAWSHAW, B.P., MOFFITT, D.E., LEMONS, J.A., DOWNEY. The evolutionary development of vertebrate thermoregulation *Am Sci*, 1981, vol. 69, s. 543–550.
- ČESÁK, M. *Komparace vybraných parametrů tělesného složení u dětí ve věku 10-11 let z odlišných socioekonomických regionů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2014. Bakalářská práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.
- DETLING, A., FISCHER, F., BÖHLER, S., ULRICHS, F., SKOPP, G., GRAW, M., HAFFNER, H. T., OECD. Ethanol elimination rates in men and women in consideration of the calculated liver weight. *Alcohol*. 2007, vol. 41, no. 6, s. 415-420. DOI: 10.1787/factbook-2008-46-en.
- DOBŠÁK, P. *Klinická fyziologie tělesné zátěže: vybrané kapitoly pro bakalářské studium fyzioterapie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009, 98 s. ISBN 978-802-1049-659.
- DOLEZAL, B. A., LAU, M. J., ABRAZADO, M., STORER, T. W., COOPER, CH. B. Validity of Two Commercial Grade Bioelectrical Impedance Analyzers for

- Measurement of Body Fat Percentage. *Journal of exercise physiology*. 2013, vol. 16, no. 4.
- DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009, 331 s. ISBN 978-807-3761-301.
- DUNN, W., SANYAL, A. J., BRUNT, E. M., UNALP-ARIDA, A., DONOHUE, M., MCCULLOUGH, A. J., SCHWIMMER, J. B. Modest alcohol consumption is associated with decreased prevalence of steatohepatitis in patients with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Journal of Hepatology*. 2012, vol. 57, no. 2, s. 384-391.
- DZÚROVÁ, D., SPILKOVÁ, J., PIKHART, H. Social inequalities in alcohol consumption in the Czech Republic: A multilevel analysis. *Health* [online]. 2010, vol. 16, no. 3, s. 590-597 [cit. 2015-01-13]. DOI: 10.1016/j.healthplace.2010.01.004. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1353829210000055>
- EHRMANN, J., SCHNEIDERKA, P., EHRMANN, J. *Alkohol a játra: vybrané kapitoly pro bakalářské studium fyzioterapie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 166 s. ISBN 80-247-1048-X.
- FRUTH, J., MORGAN, A., DARBY, L., TOBAR, D. Evaluation of three skinfold equations by using the bod pod as the criterion in caucasian female athletes. *Journal of Exercise Physiology*. 2008, vol. 11, no. 1, s. 28–37.
- GLEICHAUF, C. N. a ROE, A.D. The menstrual cycle's effect on the reliability of bioimpedance measurements for assessing body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1989, vol. 50, s. 903 – 907.
- HAINER, V. *Základy klinické obezitologie*. 2. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-802-4732-52.
- HAINER, V. a kol. *Základy klinické obezitologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0233-9.
- HAVLÍČKOVÁ, L. *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část*. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 1999, 203 s. ISBN 978-80-7184-875-2.
- HELLER, J. a VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2011, 115 s. ISBN 978-802-4619-767.
- JOHNSTON, CH. E., BRISTOW, G. K., ELIAS, D. A., GIESBRECHT, G. G. Alcohol lowers the vasoconstriction threshold in humans without affecting core cooling rate during mild cold exposure. *European Journal of Applied Physiology and*



- Occupational Physiology* [online]. 1996, vol. 74, no. 3, s. 293-295 [cit. 2014-12-20]. DOI: 10.1007/BF00377453. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00377453>
- KENNETH, E. Human body composition: In vivo methods. *Physiological Reviews*. 2000, vol. 80, no. 2, s. 649 – 671.
- KITTAR, O. *Lékařská fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 790 s. ISBN 978-802-4730-684.
- KITTAR, O., MLČEK, M. *Atlas fyziologických regulací: 329 schémat*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 316 s. ISBN 978-80-247-2722-6.
- KITTAR, O. *Fyziologické regulace ve schématech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000, 228 s. ISBN 80-716-9782-6.
- KYLE, U. Bioelectrical impedance analysis?part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* [online]. 2004, vol. 23, no. 5, s. 1226-1243 [cit. 2015-01-13]. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.06.004. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561404000937>
- KYLE, U. G., SCHUTZ, Y., DUPERTUIS, Y. M., PICHARD, C. Body Composition Interpretation: Contributions of the Fat-Free Mass Index and the Body Fat Mass Ind. *Nutrition*. 2003, vol. 19, s. 597– 604.
- KYLE, U. G., GENTON, L., SLOSMAN, D. O., PICHARD, C. Fatfree and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15–98 years. *Nutrition*. 2001, vol. 17.
- LEE, S. Y., GALLAGHER, D., GORAN, M. I., POEHLMAN, E. T., DANFORTH, E., K. NAIR, S., FORBES, G. B. Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2008, vol. 11, no. 5,
- LI, T.-K., BEARD, J. D., ORR, W. E., KWO, P. Y., RAMCHANDANI, V. A., THOMASSON, H. R. Variation in Ethanol Pharmacokinetics and Perceived Gender and Ethnic Differences in Alcohol Elimination. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*. 2000, vol. 24, no. 4, s. 415-416. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2000.tb02002.x.
- LÜLLMANN, H., MOHR, K., WEHLING, M. *Farmakologie a toxikologie: překlad 15., zcela přepracovaného vydání*. Vyd. 2. české. Praha: Grada, 2004, 725 s. ISBN 80-247-0836-1.

- LUKASKI, H. C., JOHNSON, P. E., BOLONCHUCK, W. W., LYKKEN, G. I.  
Assesment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1985, vol. 41, s. 810 – 817.
- LÜLLMANN-RAUCH, R. *Histologie*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-802-4737-294.
- MALÁ, L., MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., KAPLAN, A. Profil telesného zloženia elitných basketbalistek. *Česká kinantropologie: časopis Vědecké společnosti kinantropologie*. 2011, vol. 15, no. 3, s. 110–116. ISSN 1211-9261.
- MAUGHAN, R. J. *Sports nutrition*, 2014, 682 s. ISBN 9781118692332-.
- MORSE, D. T. Minsize2: A computer program for determining effect size, and minimum sample for statistical significance for univariate, multivariate, and nonparametric tests. *Educational and Psychological Measurement*, 1999 vol. 59, no.3,s. 518–531. In: SIGMUNDOVÁ, D., SIGMUND, E. Statistická a věcná významnost a použití koeficientu velikosti účinku při hodnocení dat o pohybové aktivitě. *Tělesná kultura*. 2012, vol. 35, no. 12.
- MÜLLEROVÁ, D. a RÖHM, K-H. *Obezita - prevence a léčba*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2009. ISBN 978-802-0421-463.
- MUMENTHALER, M. S., a kol. Gender differences in moderate drinking effects. *Alcohol research and health*. 1999, vol. 23, no. 1, s. 55-64.
- NEKOLA, J. *Doping a sport*. Vyd. 1. Praha: Olympia, 2000, 129 s. ISBN 80-703-3137-2.
- PŘIDALOVÁ, M. *Funkční antropologie* (studijní text) [online]. 2005 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z:  
[http://is.muni.cz/el/1431/podzim2005/Bi8352/Reserse\\_Brno.pdf?fakulta=1431;obd%3D3062;kod%3DBi8352](http://is.muni.cz/el/1431/podzim2005/Bi8352/Reserse_Brno.pdf?fakulta=1431;obd%3D3062;kod%3DBi8352)
- REHM, JÜRGEN, BENJAMIN TAYLOR, SATYA MOHAPATRA, HYACINTH IRVING, DOLLY BALIUNAS, JAYADEEP PATRA a MICHAEL ROERECKE. Alcohol as a risk factor for liver cirrhosis: A systematic review and meta-analysis. *Drug and Alcohol Review*. 2010, vol. 29, no. 4, s. 437-445.
- RICHARDSON, M. a GANGOLLI, S. *The Dictionary of substances and their effects*. England: Royal Society of Chemistry, 1992. ISBN 08518634182.
- ROSENKILDE, M., AUERBACH, P., REICHKENDLER, M. H., PLOUG, T., STALLKNECHT, B. M., SJODIN, A. Body fat loss and compensatory mechanisms in response to different doses of aerobic exercise--a randomized

- controlled trial in overweight sedentary males. *AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* [online]. 2012, vol. 303, no. 6, s. 571 - 579 [2014-09-15]. DOI: 10.1152/ajpregu.00141.2012. Dostupné z:<http://ajpregu.physiology.org/cgi/doi/10.1152/ajpregu.00141.2012>
- SEGAL, K.R., BURASTERO, S., CHUN, A., CORONEL, P., PIERSON, R.N., WANG, J. Estimation of extracellular and total body water by multifrequency bioelectrical measurement. *Am.J.Clin.Nutr.* 1991, vol. 54, s. 26-29.
- SHAPIRO, H. *Drogy: obrazový průvodce*. 1. české vyd. Praha: Svojtka, 2005, 360 s. ISBN 80-735-2295-0.
- SILBERNAGL, S. a DESPOPOULOS, A.. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2004, XII, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.
- SMITKA, K. Adipokiny a hormonální funkce tukové tkáně. *Česká kinantropologie*. 2011, vol. 15. no. 1. s. 11-16.
- STRUNECKÁ, A. a PATOČKA, J. *Doba jedová*. 2. Vyd. 1. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton, 2012, 367 s. ISBN 978-80-7387-555-8.
- SWIFT, R. Direct measurement of alcohol and its metabolites. *Addiction*. 2003, vol. 98, s. 73-80.
- ŠAMÁNEK, M. a URBANOVÁ, Z. *Pít či nepít?: Pití vína a srdeční infarkt*. 1. vyd. Praha: Radix, 2004, 67 s. ISBN 80-860-3146-2.
- ŠKOP, V., KONTROVÁ, K., ZÍDKOVÁ, J., ZÍDEK, V. Adipocytokiny – nedávno objevené hormony tukové tkáně. *Chem. Listy*. 2009, vol. 103, s. 187–192.
- TROCHIM, W. K. M. *Research methods knowledge base*. 2nd ed. Cincinnati, OH: Atomic Dog Pub., 2001. ISBN 09-701-3859-8.
- VILIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly pro bakalářské studium fyzioterapie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009, 98 s. ISBN 80-246-0821-9.
- VOLKOW, N. D., KIM, S. W., WANG, G.-J., ALEXOFF, D., LOGAN, J., MUENCH, L., SHEA, C., TELANG, T., FOWLER, J. S., WONG, CH., BENVENISTE, H., TOMASI, D. Acute alcohol intoxication decreases glucose metabolism but increases acetate uptake in the human brain. *NeuroImage*. 2013, vol. 64, s. 277-283. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.08.057.
- VOPAT, J. *Vliv alkoholu na opakované měření izokinetické síly při extenzi a flexi v kolenním kloubu*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2013. Diplomová práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

- WANG, Z. M., PIERSON, R. N., HEYMSFIELD, S. B. The five level model: a new approach to organizing body composition research. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992, vol. 56, s. 19–28.
- WILLIS, L. H., SLENTZ, C. A., BATEMAN, L. A., SHIELDS, A. T., PINER, L. W., BALES, C. W., HOUMARD, J. A., KRAUS, W. E. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2012, vol. 113, no. 12, s. 1831-1837 [cit. 2014-12-15]. DOI: 10.1152/jappphysiol.01370.2011. Dostupné z:<http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jappphysiol.01370.2011>
- WOZNIAK, S. E., GEE, L. L., WACHTEL, M. S., FREZZA, E. E. Adipose tissue: The new endocrine organ? A review article. *Dig. Dis. Sci.* 2009, vol. 54, s. 1847–1856.
- YODA, T., CRAWSHAW, L. I., NAKAMURA, M., SAITO, K., KONISHI, A., NAGASHIMA, K., UCHIDA, S., KANOSUE, K. Effects of alcohol on thermoregulation during mild heat exposure in humans. *Alcohol* [online]. 2005, vol. 36, no. 3, s. 195-200 [cit. 2015-01-13]. DOI: 10.1016/j.alcohol.2005.09.002. Dostupné z:<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741832905001503>
- ZOETHOUT, R. W. M., DELGADO, W. L., IPPEL, A. E., DAHAN, A., GERVEN, J. M. A. Functional biomarkers for the acute effects of alcohol on the central nervous system in healthy volunteers. *British Journal of Clinical Pharmacology*. 2011, vol. 71, no. 3, s. 331-350. DOI: 10.1111/j.1365-2125.2010.03846.x.

## **9 Přílohy**

### **Seznam příloh**

**Příloha 1** – Souhlas etické komise

**Příloha 2** – Informovaný souhlas

## **Příloha 1 – Souhlas etické komise**

## **Příloha 2 – Vzor informovaného souhlasu**

Byla jste oslovena studentkou třetího ročníku bakalářského studia tělesné výchovy a sportu FTVS UK v Praze k účasti na výzkumné částibakalářské práce. Žádám Vás tímto o souhlas k provedení měření vlivu alkoholu na složení těla po zátěžovém testu, zpracování a uveřejnění získaných dat v rámci bakalářské práce na FTVS UK.

Cílem tohoto projektu je zhodnotit vliv alkoholu na složení těla po zátěžovém testu prostřednictvím běžického trenažéru a bioimpedanční analýzy.

Měření proběhne ve dvou dnech, mezi kterými bude dvoudenní pauza. Před samotným měřením bude provedena bioimpedanční analýza a na základě jejích výsledků bude namíchán alkoholický nápoj (vodka a džus). 30 minut po požití alkoholu absolvujete zátěžový test na běžickém trenažéru do osobního maxima a ihned poté opět bioimpedanční analýzu tělesného složení.

Zátěžový test bude probíhat na běžickém pásu Quasar (Cosmos, Německo) a tělesné složení bude měřeno bioimpedančním analyzátozem BIA 2000 (Data Input, Darmstadt, Německo), jenž představují neinvazivní metody. Po zátěžovém testu může dojít k dočasnému fyzickému vyčerpání. Měření proběhne v prostorách FTVS UK pod vedením konzultantky této práce, Mgr. Barbory Strejcové, Ph.D.

Osobní data nebudou v této studii zveřejněna. Získané informace nebudou zneužity.

Prohlašuji, že jsem shora uvedenému poučení plně porozuměla a výslovně souhlasím s účastí na projektu.

Datum: \_\_\_\_\_ v Praze

Osoba, která provedla poučení:

Podpis

Vlastnoruční podpisy probandů:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....