

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Únavové zlomeniny u vytrvalostních běžkyň a jejich příčiny**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**RNDr. PaedDr. Pavel Červinka, Ph.D.**

Vypracovala:

**Tereza Hlaváčová**

Praha, 2022

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci "Únavové zlomeniny u vytrvalostních běžkyň a jejich příčiny" zpracovala samostatně s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Tato bakalářská práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického 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**

Děkuji vedoucímu práce, panu RNDr., PaedDr. Červinkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, trpělivost a odborné vedení při psaní této práce.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a blízkému okolí, které mě po celou dobu studia podporovalo.

V neposlední řadě zaslouží poděkování i respondentky, které vyplnily můj dotazník, a také běžkyně a trenéři, kteří můj dotazník sdíleli, a pomohli tak k získání více odpovědí.

Tereza Hlaváčová

## **Abstrakt**

- Název:** Únavové zlomeniny u vytrvalostních běžkyň a jejich příčiny
- Cíle:** Cílem bakalářské práce je zjistit míru souvislosti mezi výskytem únavových zlomenin u českých vytrvalostních běžkyň a poruchami menstruačního cyklu, změnami v tréninkovém zatížení, sníženým energetickým příjmem a změnami v regeneraci organismu.
- Metody:** V rámci kvantitativního výzkumu byla použita dotazníková metoda. Výzkumnou metodou bakalářské práce je nestandardizovaný anonymní dotazník. Výsledky byly dále zpracovány pomocí aplikací MS Word a MS Excel.
- Výsledky:** Z výsledků výzkumu vyplynulo, že existuje korelace mezi výskytem únavových zlomenin a poruchami menstruačního cyklu, navýšením tréninkového zatížení, sníženým energetickým příjmem a zhoršenou regenerací organismu. Nejvyšší míra souvislosti byla zjištěna u zvýšení tréninkového zatížení. V pořadí další souvislost se vznikem únavových zlomenin byla nalezena u poruch menstruačního cyklu běžkyň, poté u změn v regeneraci organismu a snížení energetického příjmu.
- Klíčová slova:** Vytrvalostní běh, běžkyňe, únavová zlomenina, menstruační cyklus, triáda sportovkyň

## **Abstract**

**Title:** Stress fractures in endurance runners and their causes

**Objectives:** The objective of this bachelor thesis is to identify possible correlation between stress fractures of Czech female endurance runners and their menstrual cycle irregularities, changes in training intensity, reduced energetic intake as well as changes in body regeneration.

**Methods:** Qualitative research was carried out using the survey method with means of non-standardised, anonymous questionnaire. The results were further processed and evaluated using MS Word and MS Excel applications.

**Results:** The results of the research led to the conclusion that a correlation can be detected between stress fractures of female endurance runners and their menstrual cycle irregularities, changes in training intensity, reduced energetic intake and impaired regeneration. The highest degree of co-occurrence was observed with increased training intensity. The next most common connection to stress fractures was found with menstrual cycle irregularities, followed by changes in body regenerations and decreased energy intake.

**Keywords:** Endurance running, female runner, stress fracture, menstrual cycle, the female athlete triad

## Obsah

1 ÚVOD.....	9
2 TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2.1 Vytrvalostní běh.....	11
2.1.1 Faktory ovlivňující vytrvalostní výkon.....	11
2.1.2 Vytrvalostní běh žen.....	16
2.2 Menstruační cyklus.....	18
2.2.1 Ovariální cyklus.....	19
2.2.2 Menstruační cyklus.....	20
2.2.3 Změny během menstruačního cyklu.....	21
2.2.4 Vliv menstruačního cyklu na běžeckou výkonnost.....	22
2.2.5 Poruchy menstruačního cyklu.....	23
2.2.6 Menopauza.....	25
2.2.7 Antikoncepce.....	25
2.3 Triáda sportovkyň.....	26
2.3.1 Relativní energetická dostupnost.....	26
2.3.2 Poruchy příjmu potravy u sportovců.....	29
2.4 Kostí.....	30
2.4.1 Osteoporóza.....	31
2.5 Regenerace a únava.....	32
2.5.1. Regenerace.....	32
2.5.2 Únava.....	32
2.6 Únavové zlomeniny.....	33
2.6.1 Vznik a příčiny únavových zlomenin.....	34
2.6.2 Další možné příčiny únavových zlomenin.....	35
2.6.3 Diagnostika únavových zlomenin.....	36

2.6.4 Léčba únavových zlomenin.....	37
2.6.5 Únavové zlomeniny u žen.....	38
2.7 Dosavadní studie.....	38
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	41
3.1 Cíle a úkoly práce .....	41
3.2 Výzkumné otázky a hypotézy.....	41
4 METODIKA PRÁCE.....	43
4.1 Charakteristika testované skupiny .....	43
4.2 Použité metody .....	43
4.3 Sběr dat.....	44
4.4 Analýza dat.....	45
5 VÝSLEDKY PRÁCE.....	46
5.4 Výsledky ve vztahu k výzkumným otázkám.....	60
6 DISKUZE .....	62
7 ZÁVĚR.....	65
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	67
Seznam obrázků a grafů .....	73
Seznam tabulek .....	74
Seznam příloh .....	74



# 1 ÚVOD

Největším podnětem pro výběr tématu mé bakalářské práce pro mne bylo to, že jsem několik let běhala závodně, a tím pádem se pohybovala v prostředí závodního běhu (ne však vrcholového a v oblasti reprezentace). U běžkyň jsem se často setkávala s tlakem trenérů na nižší hmotnost. Mnoho běžkyň také absolvuje vysoké tréninkové dávky s následnou nedostatečnou regenerací. Dalším podnětem pro mě bylo zjištění, že spousta běžkyň s trenéry nijak neřeší svůj menstruační cyklus nebo ztrátu menstruace.

Vytrvalostní běh je sport velmi energeticky náročný a jednostranný. Jedním z faktorů ovlivňujících běžecký výkon je tělesné složení. Zejména u běžkyň je váha a postava často řešeným tématem. V profesionálním sportu je u vytrvalostního běhu často trenéry kladen důraz na lehkost a štíhlost. Také u běžné populace sportujících žen a dívek je snaha o co nejštíhlejší postavu velmi častá. To vede k nejrůznějším dietám ve snaze omezit energetický příjem, a také k intenzivnějšímu tréninku bez následné regenerace a kompenzace.

Častým zraněním výkonnostních a vrcholových běžkyň jsou právě únavové zlomeniny. Mohou se vyskytnout i u rekreačních běžkyň. Nejčastější příčinou únavových zlomenin bývá obecně uváděno přetížení nebo dokonce chronické přetrénování. Příčin únavových zlomenin může být ale několik. Jedná se o řadu faktorů, které spolu vzájemně souvisí. Jíž zmíněné omezení energetického příjmu a intenzivní trénink mívá často dopad na menstruační cyklus běžkyň a vede k jeho poruchám nebo úplnému zastavení. Na toto téma byla provedena řada výzkumů, které dokazují souvislost poruch menstruačního cyklu s nadměrným tréninkem a omezováním energetického příjmu.

S výskytem únavové zlomeniny jsem se nikdy osobně nesetkala, avšak mezi mými soupeřkami nebo atletkami z oddílu se únavová zlomenina vyskytla. V okolí běžkyň, které znám, se často vyskytuje i porucha menstruačního cyklu nebo dokonce absence menstruace. Některé běžkyňe to považují za zcela běžné a tento problém nijak neřeší a neinformují o něm ani své trenéry. Ve snaze podat co nejlepší výkon cestou omezování energetického příjmu a nadměrného tréninku v jejich organismu následně neprobíhá dostatečná regenerace, a může docházet ke zraněním. Únava a nedostatečná regenerace bývají doprovázeny ztrátou menstruačního cyklu. Nejenže se těmito důsledky jejich výkonnost naopak zhoršuje, ale má to dopad i na jejich zdraví.

Cílem sepsání této práce pro mne bylo nastínit problematiku ztráty a poruch menstruačního cyklu v souvislosti se vznikem únavových zlomenin a zabývat se i dalšími možnými příčinami vzniku únavových zlomenin. V teoretické části jsou uvedena specifika ženského organismu vztažená k vytrvalostnímu běhu, fyziologie menstruačního cyklu a jeho poruchy. Dále jsou zmíněny únavové zlomeniny, jejich vznik, diagnóza a léčba. V průběhu práce se pokouším přiblížit možné důsledky nízkého energetického příjmu a dalších faktorů, které mohou se vznikem únavových zlomenin souviset. Testovanou skupinu představovaly české vrcholové, výkonnostní a rekreační vytrvalostní běžkyně, které prodělaly únavovou zlomeninu. Otázky v dotazníku byly zaměřeny na změny v menstruačním cyklu, změny v tréninkovém zatížení a změny ve stravě a regeneraci organismu v období, než došlo k únavové zlomenině.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Vytrvalostní běh

Vytrvalostní běh je pohybová aktivita cyklického charakteru, při které je využíván švihový způsob běhu. V atletice se běhy dělí na střední a dlouhé tratě. Mezi střední tratě se řadí běhy na 800 m a 1500 m. Mezi dlouhé tratě patří běhy na 5 000 m, 10 000 m, půlmaraton, maraton a delší (Bartůňková a kol., 2013).

Pojem vytrvalost označuje provádění činnosti požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase, tj. v podstatě odolávání únavě. Vytrvalost lze podle doby trvání zátěže rozdělit na rychlostní, krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou (Dovalil a kol., 2002).

Ve vytrvalostních schopnostech má rozhodující význam energetické zabezpečení. Energetické krytí vytrvalostních činností je ovlivněno zejména intenzitou zatížení a časovým intervalem vykonávané činnosti. Při krátkodobé a rychlostní vytrvalosti se zapojuje anaerobní neboli laktátový systém, který jako zdroj energie využívá převážně cukry. Anaerobní energetické krytí má menší energetickou výtěžnost, protože při něm nedochází k plnému využívání molekulárního kyslíku ke štěpení energie, nastupuje ale rychle. Při vytrvalostním výkonu se aktivuje především systém aerobní. Aerobní krytí je pro organismus efektivnější a vytváří se při něm méně odpadních látek. Nevýhodou aerobních procesů je, že nastupují pomaleji než procesy anaerobní a jsou limitovány přísunem kyslíku do tkání (Cacek & Grasgruber, 2008; Vilikus, 2015).

Jako pohybová schopnost je vytrvalost charakterizována vysokou ekonomizací činnosti nervosvalového systému. V dané časové jednotce se uvolňuje menší množství energie, ale celkově je vykonáván velký objem práce (Bartůňková a kol., 2013).

O úrovni vytrvalostních schopností dále rozhoduje výkonnost dýchacího a kardiovaskulárního systému během přijímání a přenosu kyslíku do pracujících svalů. Význam mají také psychologické aspekty spojené s překonáváním nepříjemných pocitů během zátěže, dobou trvání vytrvalostní činnosti a úrovní motivace (Dovalil a kol., 2002).

#### 2.1.1 Faktory ovlivňující vytrvalostní výkon

Faktory ovlivňující běžecký výkon jsou kondiční, technické, taktické, psychické, somatické a další. Z kondičních je to především aerobní a anaerobní vytrvalost a

synaptická koordinace. Důležitým technickým faktorem je technika běžeckého kroku. Mezi další faktory patří například regenerace a psychický stav (Bernaciková, 2012).

Cacek a Grasgruber (2008) uvádí tři hlavní, navzájem nezávislé faktory, které ovlivňují výkonnost aerobního systému. Jedná se o výši maximální spotřeby kyslíku, ekonomiku běhu a fyziologii kosterního svalstva.

#### **2.1.1.1 Maximální spotřeba kyslíku**

Výše maximální spotřeby kyslíku neboli  $VO_2$  max. je definována jako maximální množství přijatého kyslíku, které je organismus schopen zpracovat při svalové práci. Čím více kyslíku svaly spotřebovávají, tím více energie se vytváří aerobním způsobem. Limitujícím činitelem  $VO_2$  max. je výkon srdce a schopnost krevního oběhu transportovat kyslík. Pro trénované sportovce je limitem také kapacita plic. Plíce musí být schopny nasytit kyslíkem zvětšený objem krve vypuzený srdcem. Využití potenciálu kardiorepiračního systému závisí na fyziologii svalstva (spotřeba a transport kyslíku, hustota kapilár) a energetické náročnosti pohybu.  $VO_2$  max. je pouze ukazatelem maximálního potenciálu aerobní produkce energie. Reálná vytrvalostní výkonnost se odvíjí od běžecké ekonomiky (Cacek & Grasgruber, 2008).

#### **2.1.1.2 Ekonomika běhu**

Ekonomika běhu (běžecká ekonomika) je vyjádřena nejčastěji jako spotřeba kyslíku v mililitrech na kilogram tělesné hmotnosti za minutu při zvolené rychlosti na běžeckém ergometru. Běžec s nižší běžeckou ekonomikou musí pro pohyb spotřebovat větší množství kyslíku. Na úrovni maximální spotřeby kyslíku dosáhne méně ekonomický běžec nižší rychlosti běhu než vysoce ekonomický běžec, přestože hodnoty  $VO_2$  max. mohou mít oba běžci stejné (Cacek & Grasgruber, 2008).

Ekonomika běhu je vždy výsledkem působení více faktorů. Nejčastěji se ekonomika běhu odvíjí od tělesných parametrů. Nižší procento tělesného tuku pasivně zvyšuje relativní hodnotu  $VO_2$  max. Především štíhlost dolních končetin je podle mnohých studií významným faktorem dominance Keňanů, Etiopanů a dalších Východoafričanů na vytrvalostních tratích (Cacek & Grasgruber, 2008).

Roli hraje také běžecká obuv a povrch běžeckého terénu. Obuv s vyšší hmotností může zhoršovat mechanickou efektivitu běhu. Běžeckou ekonomiku zhoršuje i vychýlení těžiště při běhu – čím nižší jsou hodnoty vertikálního vychýlení, tím ekonomičtější pohyb je. Podle Cacka a Grasgrubera (2008) nejlepší běžecké ekonomiky dosahují maratonce

důsledkem velkého objemu naběhaných kilometrů. Moorová et al. (2016) uvádí, že běžecká ekonomika je vyšší při běhu naboso a při běhu v minimalistických botách oproti běhu v botách s hmotností vyšší než 440 g. Dále Moorová et al. (2016) uvádí, že  $VO_2$  max je nižší při běhu po trávě než při běhu po písku.

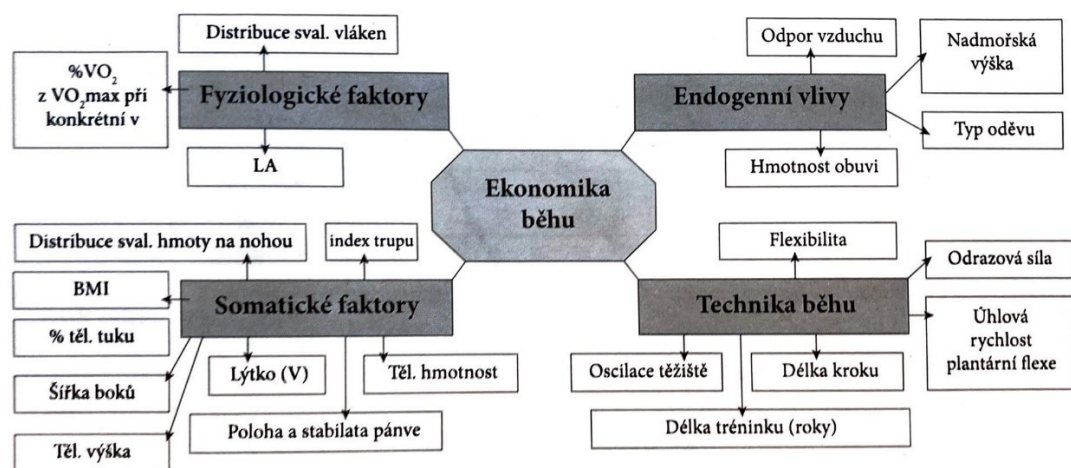
Významným faktorem ekonomiky běhu je běžecká technika, do které patří například rozložení zátěže na pracující svaly, doba kontaktu chodidla s podložkou a optimální kombinace frekvence a délky kroku. Čím lepší má běžec techniku, tím lepší je i běžecká ekonomika (Cacek & Grasgruber, 2008). Pro běžce je podle Cacka a Grasgrubera (2008) optimální běžet délkou kroku, která je pro něj přirozená, jinak bude spotřebovávat více kyslíku. Podle Moorové et al. (2016) běžeckou ekonomiku nejvíce ovlivňuje fáze propulzní, což je doba těsně před tím, než chodidlo opustí podložku.

Značnou roli v ekonomice běhu hraje optimální flexibilita a elasticita šlach a kloubů, která umožní lepší využití elastické energie a efektivnější přenos svalové síly ze svalů na kosti (Cacek & Grasgruber, 2008). Podle výzkumu Arampatzise et al. (2006) se běžci s vysokou běžeckou ekonomikou vykazovali vyšší kontraktilní silou a tuhostí Achillovy šlachy a vyšší poddajností (schopnost protažení svalu) čtyřhlavého svalu stehenního.

Vnější faktorem ovlivňujícím ekonomiku běhu je odpor vzduchu, který běžec musí při pohybu překonávat. Se zvyšující se rychlostí běhu tato potřeba stoupá. Běžci mohou odpor vzduchu redukovat tzv. během v závěsu, kdy se schovají za soupeře nebo tréninkového kolegu. Na výkonu běžce se může podílet i rychlost větru. Při běhu proti větru se běžecká ekonomika zhoršuje. Běžec musí vynakládat vyšší úsilí a měnit se frekvence či délka jeho kroku. Naopak při běhu ve směru větru vydává běžec méně energie a subjektivně se mu běží lépe (Cacek & Grasgruber, 2008).

Běžeckou ekonomiku ovlivňuje také nadmořská výška. Ve vysoké nadmořské výšce důsledkem poklesu barometrického tlaku klesá koncentrace kyslíku. Organismus je vystaven hypoxii, což je stav sníženého zásobování tkání kyslíkem. Při krátkodobém vystavení hypoxii spojeném s aktivním pohybem dochází u vytrvalostních sportovců k poklesu  $VO_2$  max. Pokles výkonnosti v souvislosti s poklesem  $VO_2$  max je dán individuálními rozdíly. Jedním z faktorů, který rozdíly determinuje, je pohlaví. U žen nedojde k tak výraznému poklesu  $VO_2$  max. Opakovaný trénink ve vysoké nadmořské výšce vede k pozitivním adaptacím a výkonnost se zlepšuje, záleží však na adaptačních

schopnostech organismu a na individuální reakci běžce na trénink ve vysokohorském prostředí. Dochází například k lepšímu prokrvení svalů, nárůstu počtu a velikosti mitochondrií (buněčných organel produkujících aerobní energii) ve svalech a nárůstu počtu červených krvinek. V mitochondriích roste počet oxidativních enzymů. Dále se zvyšuje tvorba červeného krevního barviva, hemoglobinu, který je složkou červených krvinek (Cacek & Grasgruber, 2008). Saunders et al. (2004) uvádí, že trénink ve vysoké nadmořské výšce by mohl zlepšit běžeckou ekonomiku, ale je zapotřebí dalšího výzkumu.



Obrázek č. 1: Ekonomika běhu (Cacek & Grasgruber, 2008)

### 2.1.1.3 Fyziologie kosterního svalstva vytrvalostních běžců

Posledním faktorem výkonnosti aerobního systému je podle Cacka a Grasgrubera (2008) fyziologie kosterního svalstva, která ovlivňuje tzv. anaerobní práh (ANP). ANP představuje procento  $VO_2$  max., při kterém je narušen rovnovážný stav mezi produkcí laktátu a jeho odbouráváním z pracujících svalů do krevního oběhu. Lze hovořit o přechodu mezi aerobním a anaerobním krytím. ANP je podmíněn kombinací více faktorů, především vysokým podílem pomalých svalových vláken, svalovým prokrvením, velikostí a počtem mitochondrií ve svalových buňkách (Cacek & Grasgruber, 2008).

Vytrvalecký somatotyp je charakterizován nižší hmotností, nízkým procentem tuku a nižší výškou. Vytrvalci mívají převahu pomalých neboli oxidativních svalových vláken (anglicky SO – slow oxidative). Tato vlákna se vyznačují vysokou aerobní kapacitou a odolností vůči únavě. Jsou poměrně tenká a kontrahují se pomaleji. Pracují ekonomičtěji a tvoří spíše svaly zajišťující pomalý pohyb a polohové funkce (Bartůňková a kol., 2013).

Pomalá svalová vlákna obsahují více enzymů aerobní kapacity, mitochondrií a myoglobinu, který jim dodává červenou barvu. Na procentuálním zastoupení jednotlivých typů svalových vláken má nejvyšší podíl genetika, ale vliv má i charakter provozované pohybové aktivity. Počet pomalých svalových vláken lze oproti těm rychlým pohybovou aktivitou výrazně ovlivnit (Bernaciková, 2012).

#### **2.1.1.4 Biomechanika běhu**

Z biomechanického hlediska je běh oproti technickým disciplínám jednodušší. Při vytrvalostním běhu je využíván švihový způsob běhu, který využívá setrvačnosti pohybu a slouží k ekonomickému udržování rychlosti běhu. Neustále se opakuje základní prvek, což je běžecský krok. Na rychlost běhu má vliv délka a frekvence jednotlivých kroků (Nosek & Valter, 2014).

Ekonomika a základní biomechanika běhu vychází ze třetího Newtonova pohybového zákona, který říká, že dvě tělesa na sebe působí stejně velkými silami opačného směru. Pro běžecskou techniku to znamená, že při prvním kontaktu běžce se zemí vzniká reakční síla povrchu, která na běžcův pohybový aparát působí tak, že brzdí a tlumí došlap. Tato síla je dána především hmotností běžce, rychlostí běhu, tlumivými účinky obuvi a tvrdostí povrchu. Reakční síla má i vodorovnou složku, kterou běžec musí překonat, aby se mohl pohybovat vpřed. Zapojením svalů při odrazu získává běžec kinetickou (pohybovou) energii (Tvrzník & Gerych, 2014).

#### **2.1.1.5 Základní běžecská technika**

Běžecský krok se skládá z fáze oporové a fáze letové. Oporová fáze se skládá z došlapu, momentu vertikály a odrazu. Došlap začíná pružným dopadem chodidla pokrčené švihové nohy na podložku a končí v momentě vertikály. Tělo běžce se díky setrvačností pohybuje dopředu. V momentě vertikály se těžiště těla běžce nachází nad oporovou (stojnou) nohou. Mírně pokrčená oporová noha se dotýká celým chodidlem podložky. Švihová noha je ohnutá v kolenní a bérce je složen pod stehno. Odraz začíná náponem odrazové nohy v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu. Bok na straně švihové nohy se natáčí dopředu, koleno se zvedá, bérce se postupně vykyvuje dopředu. Síla odrazu směřuje do těžiště. Rozsah pohybu paží odpovídá rychlosti běhu. Letová fáze začíná okamžikem, kdy odrazová noha opustí podložku. Chodidlo se po došlapu odvinuje od podložky a dochází k tzv. dvojité práci kotníků. Odrazová noha se stále více pokrčuje

v koleni, bérce se skládá pod stehno a běžec se snaží rychle došlápnout na podložku (Nosek & Valter, 2014).

Technika běhu se mění v závislosti na rychlosti běhu a vzdálenosti. Oporová fáze je pro techniku běhu klíčová a má význam i ze zdravotního hlediska a z hlediska výběru běžecké obuvi (Tvrzník & Gerych, 2014).

Na běžeckou techniku má vliv povrch trati. Rozdílnosti v terénu vedou ke střídání podnětů a reakcí působících především na dolní končetiny. Například běh do vrchu působí podle Pulea a Milroye (2014) zvýšenou silou na kotníky, kolena, kyčle a pánev. Důsledkem mohou být poruchy zakřivení páteře. Technika se mění i při přespolním běhu nebo u halových tratí při běhu do zatáčky (Puleo & Milroy, 2014).

Tessutti et al. (2008) tvrdí, že členitější a měkčí povrch působí na pohybový aparát šetrněji. Naopak při běhu na tvrdém povrchu jako je asfalt se snižuje schopnost absorbovat nárazové síly, což zvyšuje riziko chronických zranění.

### **2.1.2 Vytrvalostní běh žen**

Mezi ženskou a mužskou populací jsou rozdíly ve fyzické výkonnosti a tělesném složení. Ty jsou dány geneticky, a to anatomickými, fyziologickými a psychologickými rozdíly. Z těchto rozdílů dále plynou i motorické předpoklady pro daný sport (Dovalil a kol., 2002).

Ženy mají menší srdce, nižší systolický krevní tlak, nižší možnost transportu kyslíku krví, vyšší tepovou frekvenci, menší objem krve, menší objem plic a nižší plicní funkce, nižší maximální spotřebu kyslíku, nižší tepový kyslík a nižší bazální metabolismus. Rozdíly ve svalovém systému jsou nižší hmotnost svalstva, o 40–60 % menší síla horní poloviny těla, o 25 % menší síla dolní poloviny těla, nižší svalový tonus (napětí) a nižší laktátová kapacita (Bartůňková a kol., 2013).

Ženy obecně ukládají v těle více tuku než muži. V průměru asi 27 % tělesné hmotnosti, zatímco u muže je to průměrně kolem 15 %. Ve vytrvalostních výkonech je nadbytečný tuk překážkou, ale vyšší procento pro organismus nezbytného tuku naopak ženám pomáhá vytrvalostní tratě lépe zvládnout, neboť umožňuje delší uchování glykogenových zásob jakožto zdroje energie (Brown, 2015).

U žen převládají pomalá svalová vlákna a jejich svalstvo oxiduje větší množství tuků. Roli hrají také ženské pohlavní hormony. Zatímco mužský pohlavní hormon

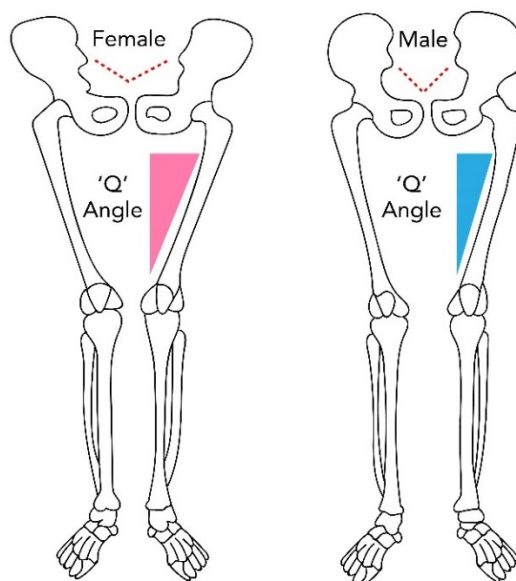


testosteron svalový růst podporuje, ženský hormon estrogen ho omezuje. Ženský sval je schopen vygenerovat tutéž sílu na jednotku svého fyziologického průřezu. Ženská svalová vlákna jsou však menší, a z toho důvodu mají i menší fyziologický průřez a vygenerují méně síly (Brown 2015; Sims, 2016).

Sims (2016) uvádí, že u žen je obecně nižší kapacita pro obrat svalového glykogenu, zejména během fáze menstruačního cyklu, při které jsou vysoké hladiny estrogenu. Glykogen je sacharid, který v těle slouží jako zásoba energie. Je uložen v játrech a ve svalech. Sacharidy organismus potřebuje využívat během regeneračních procesů a nižší kapacita pro glykogenový obrat zpomaluje dobu regenerace. Během regenerace ženy ve srovnání s muži odbourávají více sacharidů, zatímco muži více tuku. Zrychlený metabolismus tuků po fyzické aktivitě se u žen vrátí na původní hodnoty zhruba za 3 hodiny, zatímco u mužů až za 21 hodin. Další z ženských hormonů, progesteron, zvyšuje katabolismus neboli uvolňování energie do organismu, v tomto případě ale rozpadem proteinů (Sims, 2016).

Hladiny ženských hormonů hrají roli i v termoregulaci. Výzkumy ukazují, že ženy se během fyzické aktivity začínají potit později a méně než muži. Pro ženský organismus je náročnější se zbavit tepla vytvořeného během fyzické aktivity, především když jsou hladiny hormonů vysoké. V důsledku menstruačního cyklu však mají vyšší toleranci na zvýšenou teplotu (Sims, 2016).

Ženy mají širší boky, pohyblivější kyčle a kostrč a rozdílný tvar pánve. Ženská pánev je širší a kruhovější. Úhel mezi kostí stehenní a holenní je u žen také odlišný, právě z důvodu šířky pánve. Tento úhel se nazývá Q úhel a určuje množství pracovního prostoru v předním zkříženém vaz. Výrazně větší Q úhel bývá u žen často důvodem bolesti přední části kolene. S rostoucím Q úhlem mohou kostní výběžky na konci kosti stehenní při narovnání, otočení a nadměrném natažení kolene snáze skřípnout přední zkřížený vaz. Ženy natržením předního zkříženého vaz trpí častěji než muži (Brown, 2015).



Obrázek č. 2: Q-úhel (Yoga International, 2022)

Ženy mají také vyšší tendence ke zvýšené kloubní pohyblivosti (hypermobilitě), což může negativně ovlivňovat celkovou stabilitu. Tyto strukturální rozdílnosti jsou dalším důvodem, proč jsou ženy náchylnější k chronickým problémům s koleny (Brown, 2015).

Anatomicky jsou ve srovnání s muži ženy v nevýhodě, například vzhledem k již zmíněnému Q úhlu. Fyziologicky jsou ale ženy v některých případech připraveny lépe, především na ultra dlouhé tratě. Proporčně mají v poměru ke své tělesné váze více tuku než muži, a z toho důvodu mají větší zásoby energie a uložených tekutin. Projevilo by se to ale spíše v řádu dní než hodin (Brown, 2015).

## 2.2 Menstruační cyklus

V těle ženy probíhají dva cykly, které se vzájemně překrývají a interagují mezi sebou. V děloze nastává cyklus menstruační a ve vaječnicích se odehrává cyklus ovariální (Dostal a kol., 2021).

CYKLUS	PŘEDOVULAČNÍ OBDOBÍ		OVULACE	POOVULAČNÍ OBDOBÍ
OVARIÁLNÍ CYKLUS	FOLIKULÁRNÍ FÁZE			LUTEÁLNÍ FÁZE
DĚLOŽNÍ CYKLUS	MENSTRUACE	PROLIFERAČNÍ FÁZE		SEKREČNÍ FÁZE

Obrázek č. 3: Menstruační a ovariální cyklus (Dostal a kol., 2021)

## **Ženské pohlavní hormony**

Cykly v ženském organismu úzce souvisí s ženskými pohlavními hormony. Nejdůležitější skupiny ženských hormonů představují estrogeny a gestageny produkované vaječníky. Estrogeny se podílejí na růstu sliznice a navozují tak proliferační fázi. V další fázi pak společně s dalšími hormony připravují dělohu k oplodnění. Estrogeny snižují hladinu cholesterolu v krvi a mají vliv na uzavírání růstových štěrbin, čímž tlumí růst kostí do délky. Nadměrná produkce estrogenů může narušit menstruační cyklus a plodnost žen. Naopak k přirozenému snižování koncentrace estrogenů dochází u žen kolem 50. roku věku v souvislosti s menopauzou (Fait, 2020; Mourek, 2012).

Zástupcem gestagenů je progesteron. V tzv. sekreční fázi menstruačního cyklu udržuje děložní sliznici a připravuje jí na přijetí oplodněného vajíčka. V případě oplození udržuje oplodněné a usazené vajíčko v děložní sliznici a snižuje kontraktilitu dělohy. Podílí se také na činnosti mléčné žlázy a ovlivňuje kojení. Pokud k oplodnění nedojde, na konci cyklu hladina progesteronu klesá (Fait, 2020; Mourek, 2012).

Luteinizační hormon (LH) je nezbytný pro ovulaci, tedy k uvolnění zralého vajíčka z folikulu. LH podporuje produkci gestagenů a estrogenů a zároveň se s těmito skupinami hormonů vzájemně ovlivňuje (Fait, 2020).

Folikulostimulační hormon (FSH) stimuluje vývoj a zrání folikulů ve vaječnicích a produkci estrogenů a gestagenů. Poruchy jeho vylučování bývají často příčinou nepravidelností v menstruačním cyklu (Fait, 2020).

Prolaktin stimuluje produkci mateřského mléka a prsní žlázy. V době mimo těhotenství může jeho nadbytek způsobit neplodnost nebo ztrátu menstruace. Vysoká hladina prolaktinu může vést k anovulačním cyklům (Fait, 2018; Mourek, 2012).

### **2.2.1 Ovariální cyklus**

Pojem ovariální neboli ovulační cyklus označuje změny, které v dospělosti vedou k opakovanému tvoření vajíček s plně funkčními obaly. Začíná vlivem hormonů během pohlavního dospívání a končí mezi 40. – 50. rokem menopauzou, během níž přestanou dozrávat vajíčka. V kůře vaječníku dozrává pouze nepatrný počet z původního počtu vajíček a většina vajíček zaniká. Zrání vajíček je proces charakteristický změnami, které se odehrávají přímo ve vajíčku, a pochody, které vedou ke vzniku obalů vajíčka (Křivánková, 2019).

Ovariální cyklus začíná dozráním vajíčka ve folikulu vaječníku vlivem FSH. Množství tekutiny v rostoucím folikulu se zvětšuje a zrající folikul začne produkovat estrogen. Zralý folikul praská a uvolní zralé vajíčko, které se dostává na povrch vaječníku, kde je zachyceno vejcovodem. Dochází tak k ovulaci. V místě prasklého folikulu vzniká tzv. žluté tělísko, které vytváří progesteron. Pokud nedojde k oplodnění, žluté tělísko po 10 dnech zaniká a na jeho místě se vytvoří tzv. bílé tělísko (Křivánková, 2019).

Fázemi ovariálního cyklu jsou fáze folikulární, ovulační a luteální. Období mezi prvním dnem menstruačního krvácení a ovulací se nazývá folikulární fáze. Stoupá hladina estrogenu a vajíčko se připravuje na uvolnění. Ovulace nastává zhruba uprostřed cyklu. Hladina estrogenu dosahuje těsně před tímto okamžikem vrcholu, a poté prudce klesá. Luteální fáze je obdobím mezi ovulací a začátkem nového cyklu. Tělo produkuje progesteron, jeho hladina dosahuje vrcholu, a následně, pokud nedojde k oplození, prudce klesá. V návaznosti na ovariální cyklus probíhá cyklus menstruační (Křivánková, 2019; Dostal a kol., 2021).

### **2.2.2 Menstruační cyklus**

Kromě změn, ke kterým dochází ve vaječníku v průběhu ovulačního cyklu, se mění stavba a funkční stav děložní sliznice. Tyto opakující se změny, které endometrium prodělává, se nazývají menstruační cyklus. Změny děložní sliznice jsou vyvolány vaječnickovými hormony estrogeny a progesteronem. Menstruační cyklus je řízen nadřazenými centry hypotalamem, hypofýzou a vaječníky. Tato centra mezi sebou vzájemně komunikují prostřednictvím hormonů (Dylevský, 2019; Křepelka, 2013).

První fází je menstruační fáze, kdy dochází k odloučení a odstranění zničené sliznice. Trvá 1–5 dní. Děložní sliznice se odlučuje od děložní stěny a je odplavována.

Na ukončení menstruačního krvácení navazuje proliferační fáze (růstová). V této fázi roste nová děložní sliznice vystýlající děložní dutinu. Sliznice je silně prokrvená a dochází k obnovování žláz potrháných při odlučování předchozí sliznice. Proliferační fázi řídí estrogeny. Růstová období sliznice trvá zhruba týden (Dylevský, 2019).

Na období proliferace plynule navazuje fáze sekreční. Během této fáze sliznice dále roste a je prokrvována. Rostou především žlázy, které produkují velké množství hlenu. Změny v této fázi vyvolává především progesteron vytvářený ve žlutém tělísku. Sekreční období obvykle trvá 12 dní. V sekreční fázi je děložní sliznice připravena přijmout vajíčko, resp. zárodek přicházející z vejcovodu do dělohy, pokud dojde k oplození.

Z vaječníku se vajíčko uvolňuje asi mezi 12. – 14. dnem cyklu. Ovulace je obdobím, kdy je děložní sliznice nejlépe připravená přijmout oplozené vajíčko. Pokud k tomu nedojde, zaniká žluté tělísko a klesá produkce progesteronu. Po jeho poklesu se začíná děložní sliznice snižovat a mezi 24. – 27. dnem se postupně rozpadá (Dylevský, 2019).

Po této fázi nastává ischemická fáze. Tato fáze je velmi krátká, trvá asi 24 hodin a dostavuje se 27. – 28. den menstruačního cyklu. Náhlý pokles progesteronu a uvolnění oxytocinu ze zadního laloku mozkového podvěsku vyvolají několikahodinové křečovitě stažení cév zásobujících sliznici a endometrium, které je nedostatečně prokrvené, se rozpadne. Poté sevření cév povoluje a krev přitékající do poškozené sliznice odlučuje odumřelé vrstvy děložní sliznice a odplavuje je z děložní dutiny. Tímto začíná nový cyklus (Dylevský, 2019).

První menstruace se označuje jako menarche. Bennell (1999) uvádí, že oproti běžné populaci nastupuje menarche u sportovkyň později, zejména u sportů jako je běh, gymnastika a balet. Dále Bennell (1999) zmiňuje studie uvádějící souvislost pozdějšího nástupu menarche s nižší kostní hustotou a studie uvádějící pozdější nástup menarche jako jeden z možných rizikových faktorů únavových zlomenin. Opožděný nástup první menstruace souvisí i se sníženým příjmem energie, nízkým procentem tělesného tuku a nadměrným tréninkem.

### **2.2.3 Změny během menstruačního cyklu**

Kolísání hormonálních hladin během menstruačního cyklu může způsobovat cyklické změny i jiných než pohlavních orgánů. Ve druhé polovině menstruačního cyklu dochází k vzestupu tělesné teploty v průměru asi o 0,5 °C vlivem termogenetického účinku progesteronu. V době před začátkem menstruační fáze mohou některé z žen pozorovat vzestup tělesné hmotnosti, což je následkem zvýšeného zadržování vody a solí v organismu. Častým jevem před menstruací bývá také zvětšování a citlivost prsou. V průběhu cyklu se mění i aktivita vegetativního a centrálního nervového systému. Kolísání ženských pohlavních hormonů má také vliv na smyslové vnímání, metabolismus a psychický stav (Weiss a kol., 2010).

### **Premenstruační syndrom (PMS)**

Tímto pojmem je označován soubor psychických a fyzických problémů nejrůznější povahy, které se vyskytují v posledním týdnu před menstruační fází. PMS může zahrnovat nejrůznější množství příznaků. Nejčastěji se vyskytují příznaky jako bolest

hlavy, svalů, citlivost prsů, nespavost, nechutenství, únava, podrážděnost, depresivní nálady, snížená motivace, akné a další (Roztočil a kol., 2011).

PMS může být doprovázen bolestmi a křečemi, které jsou způsobeny vysokou hladinou prostaglandinů v těle. Prostaglandiny způsobují kontrakce dělohy a následně vylučování děložní výstelky (Dostal a kol., 2021).

#### **2.2.4 Vliv menstruačního cyklu na běžeckou výkonnost**

Podle dosavadních studií lze pozorovat různé fyziologické změny, které ovlivňují sportovní výkonnost. V průběhu menstruačního cyklu se fyzická výkonnost mění důsledkem mechanismů jako je změna metabolismu, aktivace svalů, termoregulace a složení těla. Důležitým aspektem je také kolísání hormonů během jednotlivých fází cyklu. Změny koncentrace estrogenu a progesteronu ovlivňují výdej síly a výkon. V důsledku doprovodných menstruačních symptomů se během časně folikulární a pozdní luteální fáze často vyskytuje zhoršení výkonu (Dostal a kol., 2021).

V důsledku menstruačního cyklu ženy ztrácejí železo. Běžné ztráty krve během menstruační fáze se pohybují od 25 do 65 ml, ale v některých případech mohou překročit až 200 ml. Takto velké a konzistentní ztráty krve mohou vést k anémii (chudokrevnosti) a snížení kapacity pro přenos kyslíku v oběhovém systému, což nepříznivě ovlivňuje výkonnost zejména vytrvalostních sportovkyň. Železo je klíčovým prvkem pro transport kyslíku do tkání a jeho využití v buňkách. V energetickém metabolismu během zátěže má železo významnou roli. Jeho deficitem trpí především vytrvalostní sportovkyně, z důvodu nižší konzumace masa a větší konzumace vlákniny, což snižuje biologickou dostupnost železa. Při menstruaci jsou ztráty železa ještě vyšší. Suplementace železa může zlepšit vytrvalostní výkon (Reilly, 2010; Mach & Vilius, 2015).

Změny během menstruačního cyklu jsou značně individuální a proměnlivé. Podle Reillyho (2010) by měly být změny nálad a psychického stavu sportovkyň zohledněny trenéry a zapojeny do plánování tréninkového cyklu.

Cyklus každé ženy podléhá nepravidelnostem v reakci na nejrůznější faktory jako je například emoční stres, onemocnění, užívané léky, bylinné přípravky, hormonální nerovnováha, fyzické změny v děloze a vaječnicích či změny ve fyzické aktivitě. Cyklus může ovlivňovat také tělesná hmotnost. Nadměrné množství tělesného tuku může vést k abnormálním vzorcům krvácení, zatímco velmi nízká hmotnost k absenci menstruace,

rozvoji osteoporózy, vyššímu riziku svalových zranění a snížené kapacitě přenosu kyslíku (Brown, 2015).

Změny během luteální fáze mohou ovlivnit běžecký výkon. Snáze se rozkládají bílkoviny, což vede k nižší svalové výdrži. Nárůst progesteronu stimuluje brániční nerv pohánějící bránici, což vede k nadměrnému uvolňování oxidu uhličitého a vyšší dechové frekvenci. Z toho důvodu se snižuje tolerance laktátu a anaerobní činnost je náročnější. Dalším důsledkem může být zvýšená tvorba laktátu a omezení zásobování kyslíkem. Důsledkem pomalejšího pocení a vzestupu tělesné teploty dochází k poklesu objemu krevní plasmy. V této fázi je potřeba dbát na dostatečný pitný režim k udržení vyššího objemu plasmy. Trénink nižší intenzity a většího objemu může zabránit rozpadu bílkovin (Brown, 2015).

Ve výzkumu, který zahrnoval 86 sportovkyň, téměř všechny z dotazovaných atletek (95,3 %) potvrdily, že pravidelně pocítují některé z příznaků menstruace. Nejčastěji se jednalo o bolesti břicha, podrážděnost, únavu a bolest ve spodní části zad. U pěti (5,9 %) sportovkyň byla diagnostikována porucha příjmu potravy a 15 % ze všech sportovkyň prodělalo únavovou zlomeninu (Dostal a kol., 2021).

### **2.2.5 Poruchy menstruačního cyklu**

Jakákoliv odchylka od pravidelnosti menstruačního cyklu je definována jako nepravidelné krvácení. Za dysfunkční krvácení se označuje nepravidelné děložní krvácení. Příčinou bývají poruchy ve stimulaci děložní sliznice ovariálními hormony (Pilka, 2012).

#### **Amenorea**

Jedná se o nepřítomnost menstruačního krvácení. Amenorea souvisí s rodinnou anamnézou, rasou, nízkou tělesnou hmotností, energetickým deficitem, provozovanými fyzickými aktivitami, kouřením, sníženou hladinou estrogenu. Za primární amenoreu je považován stav, kdy první menstruace nenastala do 16 let. Sekundární amenorea je nepřítomnost menstruace více než 3 měsíce (Ireland & Nattiv, 2002). Výzkumem Moreiry et al. (2017) bylo prokázáno, že amenorea u atletek úzce souvisí s kalorickým deficitem.

**Oligomenorea** – nepravidelné nebo méně časté cykly objevující se po více než 36 dnech.

**Polymenorea** – cyklus je kratší než 22 dní.

**Hypomenorea** – krátká menstruační fáze, kdy krvácení trvá méně než 2 dny.

**Hypermenorea** – naopak dlouhá menstruační fáze, krvácení trvá déle než 9 dní.

**Menonargie** – silná menstruace, během níž krevní ztráty přesahují 80ml.

**Ovulační krvácení** je termínem pro krvácení uprostřed cyklu v důsledku přechodného poklesu hladiny estradiolu po ovulaci. Krvácení je slabé a krátkodobé, vyskytuje se ojedinelé a je pokládáno za fyziologický jev (Roztočil a kol., 2011).

**Ovulační bolest** – jedná se o bolest uprostřed cyklu.

**Dysfunkční krvácení** – situace, kdy po nedostavení menstruace nastává velmi silné dlouhotrvající krvácení.

**Metroragie** – krvácení mimo cyklus, případně krvácení u dívek před první menstruací nebo u žen po menopauze. Příčiny bývají obvykle nehormonální.

**Anovulační cykly** – nedochází při nich k uvolnění vajíčka a produkci progesteronu. Mohou být pravidelné i nepravidelné.

**Luteální insuficience** – cykly provázené zkrácením luteální fáze nebo sníženou hladinou progesteronu během luteální fáze (Roztočil a kol., 2011).

**Premenstruační dysforickou poruchu (PMDD)** lze chápat jako podskupinu a vážnější formu premenstruačního syndromu. Dominují především psychické příznaky jako podrážděnost, úzkost, emoční labilita, výkyvy nálad, napětí nebo ztráta energie (Roztočil a kol., 2011).

**Dysmenorea** je soubor somatických a vegetativních symptomů během menstruačního krvácení. Postihuje až 25 % menstrujících žen. Dominantním symptomem je bolest v podbříšku v důsledku vysoké koncentrace prostaglandinu (Křepelka, 2013).

Existuje vztah mezi menarche a výživovými a metabolickými faktory. U obézních dívek první menstruace nastupuje dříve. Menstruační cyklus závisí na činnosti osy hypotalamus-hypofýza-ovarium. V zahájení činnosti této osy hrají důležitou roli estrogeny, jejichž místem tvorby je právě tuková tkáň. Nárůst objemu tukové ovlivňuje metabolismus estrogenů (Papežová, 2010).

Poruchy cyklu mohou mít příčinu na různých úrovních – suprahypotalamické, hypotalamické, hypofyzární, ovariální nebo uterinní (děložní). Mohou se také kombinovat, lze mluvit například o oligohypomenorei (Roztočil a kol., 2011).



### **2.2.6 Menopauza**

Již od 35. roku věku se snižuje ovariální funkce a odpověď na hypofyzární stimulaci. Tyto změny se postupně prohlubují, až dojde k poslední menstruaci a k úplnému vymizení menstruačního cyklu. Tento jev je označován jako menopauza (Roztočil a kol., 2011).

Přechod z omezeného na nulové množství cyklů může zabrat tři až pět let. Menopauza je definitivně potvrzená ve chvíli, kdy žena nemenstruuje rok a déle. Přechod do menopauzy, perimenopauzu, doprovází řada příznaků, které mohou trvat od několika měsíců po několik let. Prvními příznaky jsou nepravidelná menstruace a nižší plodnost. Některé ženy v tomto období přibírají na váze a tuk se jim ukládá do oblasti břicha. Mezi další symptomy patří vypadávání vlasů, nespavost, návaly horka, pocení, změny nálad až deprese. Vedlejšími účinkům spojeným s menopauzou lze předejít nebo je zmírnit přiměřenou fyzickou aktivitou, vyváženou stravou a dostatečným odpočinkem (Brown, 2015).

### **2.2.7 Antikoncepce**

Antikoncepce neboli kontracepce je metoda zabraňující početí a je primární prevencí nechtěného otěhotnění (Fait, 2020).

Antikoncepci lze rozdělit na několik typů. Pod kombinovanou hormonální antikoncepci spadá orální antikoncepce ve formě tablet, injekční kontracepce, antikoncepční náplast a vaginální kroužek. Dalším typem je progestagenní hormonální antikoncepce ve formě tablet, injekce nebo podkožních implantátů. Progestinová antikoncepce představuje nitroděložní tělísko. Po rizikovém nechráněném styku lze užít postkoitální antikoncepci určenou k zabránění nechtěného těhotenství (Křepelka, 2013).

Hormonální antikoncepce (HAK) zasahuje do dvou dominantních mechanismů nutných pro reprodukci: folikulární růst a ovulace. Nejvýznamnějším efektem hormonální antikoncepce je potlačení ovulace. Dalším antikoncepčním mechanismem je zahuštění cervikálního hlenu a vytvoření nepropustné bariéry pro spermie. Progestiny způsobují ztenčení endometria a estrogény zasahují do buněčné struktury žlázových buněk. Dalším účinkem progestinů je změna pohyblivosti vejcovodů, což inhibuje transport spermií k vajíčku. Kombinovaná HAK může negativně ovlivnit proces zvyšování kostní hustoty (Křepelka, 2013).

## **Hormonální antikoncepce a běh**

Některé sportovkyně hormonální antikoncepci využívají, aby mohly svůj cyklus a nástup menstruace korigovat například podle data závodů. Užívání HAK mění fyziologii sportovkyň. Dochází k potlačení přirozených hormonů, které jinak organismus produkuje během celého cyklu. Dále je poskytován umělý estrogen a progestin. Krvácení, ke kterému dochází, není krvácením menstruačním a cykly sportovkyň jsou anovulační. Ovulace přitom plní ochrannou funkci kostí, pozitivně ovlivňuje imunitu, únavu a psychický stav (Dostal a kol., 2021).

Uživatelky HAK mohou pozorovat vedlejší účinky jako například váhový přírůstek, zadržování vody v těle, změny nálad, bolesti hlavy, nevolnosti nebo nepravidelné krvácení v rámci cyklu. Užívání HAK může maskovat relativní energetický nedostatek, jelikož dochází k pravidelnému neboli abstinenci krvácení, které však neslouží jako skutečný ukazatel zdravého cyklu (Dostal a kol., 2021).

### **2.3 Triáda sportovkyň**

Triáda sportovkyň je syndrom často pozorovaný u fyzicky aktivních žen a dívek. Mezi příznaky patří nízká energetická dostupnost, která může být v kombinaci s poruchou příjmu potravy. Dalšími složkami jsou poruchy menstruačního cyklu a snížení kostní hustoty neboli řídnutí kostí, což může vést až k osteoporóze. Tyto tři složky jsou vzájemně propojeny, dostupnost energie přímo ovlivňuje menstruační stav a dostupnost energie a menstruační stav přímo ovlivňují zdraví kostí (De Souza et al., 2014).

#### **2.3.1 Relativní energetická dostupnost**

Energie potřebná k životu člověka je získávána z chemické energie látek obsažených v potravě, nebo z látek uvnitř organismu, které byly přeměněny na energetické substráty. Energetické substráty tvoří energetickou rezervu organismu. Lidský organismus si zachovává určitý rovnovážný stav vnitřního prostředí neboli homeostázu. Jako minimální energie, kterou musí organismus přijmout k udržení homeostázy, růstu a obnově buněk, udržení všech biochemických reakcí a zabezpečení činnosti všech orgánů, je definován bazální metabolismus. Bazální metabolismus závisí na tělesné hmotnosti, výšce, věku, pohlaví a na tělesném složení. Dalšími složkami energetického metabolismu jsou termický účinek potravy, (energie potřebná k trávení) a termoregulace potřebná k vyrovnávání tepelných rozdílů (Mach & Vilius, 2015).

Klidový metabolismus představuje výdej za běžných klidových podmínek a oproti bazálnímu metabolismu je o 10–20 % vyšší. Úroveň metabolismu při fyzické aktivitě představuje pracovní metabolismus. Jeho hodnota závisí na konkrétní fyzické činnosti. Vytrvalostní běh je sportem velmi energeticky náročným (Bartůňková a kol., 2013).

Pojem ženská atletická triáda je v současné době nahrazován spíše pojmem RED-S (Relative Energy Deficiency in Sport), tedy relativní energetická dostupnost ve sportu. Energetická dostupnost je definována jako příjem energie stravou mínus výdej energie při fyzické aktivitě korigovaný na hmotnost bez tuku (Dostal a kol., 2021).

Ačkoli se výzkumy energetické dostupnosti zaměřují spíše na ženy, tento problém se může týkat i mužů. Jde o komplexní narušení fyziologických funkcí organismu související s nízkým energetickým příjmem a amenoreou u žen, nízkou kostní hustotou, poruchami funkce imunitního systému, zhoršením metabolických a dalších fyziologických funkcí, a také zhoršením psychických stavů sportovce. Základním problémem u syndromu RED-S je nedostatek energie ve vztahu k rovnováze mezi příjmem a výdejem, která je pro organismus potřebná k zabezpečování tělesných funkcí podílejících se na optimálním zdraví a výkonu. Syndrom RED-S může mít vážné důsledky pro mnoho tělesných systémů. Pokud sportovec dlouhodobě trpí nízkým energetickým příjmem, může docházet k nedostatku živin, chronické únavě, psychickému stresu, zpomalení metabolismu, a také se zvyšuje riziko onemocnění a infekcí (Mountjoy et al., 2014).



Obrázek č. 4: Vliv RED-S na výkonnost sportovce (CSM, 2019)

Základními příznaky tohoto syndromu jsou úbytek hmotnosti, nepravidelná menstruace nebo absence menstruace, únava, snížená koncentrace, únavové zlomeniny a svalová zranění (Dostal a kol., 2021).

Běžkyně se syndromem RED-S jsou často chybně přesvědčené o tom, že více běžeckého tréninku a méně jídla jim zaručí štíhlejší postavu, kterou ztotožňují s rychlejším během, atraktivním vzhledem a pocitem kontroly samy nad sebou. V některých případech redukce tělesného tuku napomůže zvýšení aerobní kapacity a rychlejším časům, avšak příliš nízká tělesná hmotnost běžeckému výkonu a celkovému zdraví nepřispívá (Brown, 2015).

Za zdravé množství tuku je u žen běžné populace považováno 20 až 25 %. Vrcholoví sportovci mívají procent tuku méně, ženy kolem 10 až 18 %. Mnoho vrcholových sportovkyň má však ještě nižší procento tělesného tuku, běžkyně podle některých studií pouze 5 až 6 % (Kleiner, 2010).

Když se běžkyně snaží snížit svou hmotnost ve snaze zlepšit svůj sportovní výkon nebo kvůli vzhledu, dojde k výraznému poklesu podílu tělesného tuku. Odpovědí organismu je snížená produkce estrogenu ve vaječnicích. Snížená hladina estrogenů způsobí problémy s menstruačním cyklem. Společně se špatnými stravovacími návyky, nízkým příjmem vápníku a nízkou produkcí estrogenů může vést ke vzniku osteoporózy a následně i k rozvoji klasických a únavových zlomenin (Kleiner, 2010).

Pro ženy trpící syndromem triády sportovkyň je nízký příjem vápníku běžný. Pokud není ve stravě dostatek vápníku, organismus ho začne využívat z kostí, čímž se v důsledku snížení kostní hustoty stanou křehčími a zvýší se jejich lámavost. Nejohroženějšími oblastmi jsou kyčelní klouby, páteř a zápěstí. Úbytek kostního vápníku může vést až k osteoporóze. Rizikovým faktorem pro ztrátu vápníku z kostí je také nízké procento tělesného tuku (Kleiner, 2010).

Pro prevenci i léčbu syndromu triády sportovkyň je důležité dodržovat energetický příjem odpovídající nárokům fyzické aktivity, zajistit dostatečný příjem vápníku a vitamínu D, popřípadě snížit intenzitu tréninku (Kleiner, 2010).

Sportovci snižují dostupnost energie zvýšením energetického výdeje cvičením nebo snižují příjem energie omezením příjmu potravy. U některých se mohou vyskytovat abnormální stravovací návyky, které mohou vést až k poruchám příjmu potravy. Někdy si sportovci nemusejí uvědomovat, kolik energie vydají během tréninku, a jak vysoký by

měl být jejich energetický příjem. Problémem může být také nevhodná skladba stravy s nedostatečným množstvím potřebných živin (The Female and Male Athlete Triad Coalition, 2020; Nattiv et al., 2007).

### **2.3.2 Poruchy příjmu potravy u sportovců**

Mezi vrcholovými vytrvalostními běžkyněmi je hmotnost a postava často diskutovaným tématem. Ve vytrvalostním běhu má tělesná hmotnost přímý vliv na výkonnost. Nadbytečné tukové zásoby jsou pro organismus zátěží snižující výkonnost, avšak bez určitého množství tuku organismus není schopen správně fungovat. Tuková tkáň je součástí nervů, míchy, mozku, buněčné membrány, obklopuje některé orgány a je ochrannou termoregulační vrstvou. Ženy přirozeně ukládají větší množství tuku především na bocích, stehnech a prsou. Tento tuk je pohotově k dispozici pro případné těhotenství. Mezi trenéry je často na tělesnou hmotnost a tělesné složení kladen velký důraz. To může u běžkyň vést až ke vzniku poruch příjmu potravy (PPP) (Clark, 2000).

Sportovci s poruchami příjmu potravy často svůj stav skrývají, jelikož pociťují stud, hanbu, vinu nebo úzkost a věří, že by tento problém mohl ovlivnit vztahy s trenéry nebo týmem (Tod, 2012).

Byť se v některých výzkumech zaměřených na poruchy příjmu potravy výsledky liší, lze vyvodit závěry, že vyšší zastoupení PPP je u žen, a že sportovci jsou vznikem PPP více ohroženi než nespportovci. Příčinou vzniku PPP u sportovců může být důraz trenéra na vzhled a hmotnost svěřence. To může vést k porovnávání sebe s druhými a negativnímu sebehodnocení. U sportovců se ve větší míře může vyskytovat narušené stravování, což je problémem psychickým, kdežto poruchy příjmu potravy jsou duševním onemocněním. Sportovci s narušeným stravováním vykazují příznaky PPP a mohou zažívat i nepříznivé důsledky, ne však na úrovni pro diagnózu duševní poruchy (Tod, 2012).

Poruchy příjmu potravy nebo narušené stravování mohou souviset s poruchami menstruačního cyklu a snižováním kostní hustoty, což souhrnně vede k triádě sportovkyň. To dokazuje například studie zaměřená na středoškolské sportovkyně, kde 18,2 %, 23,5 % a 21,8 % ze všech sportovkyň splňovalo kritéria pro neuspořádané stravování, menstruační nepravidelnost a nízkou kostní hmotu. Prevalence všech příznaků triády byla nízká, podstatné procento dívek však bylo ohroženo aspoň jedním z příznaků (Nichols et al., 2006).

## **Mentální anorexie**

Mezi znaky a symptomy anorexie patří výrazný pokles hmotnosti, zranění z přetěžování, vypadávání vlasů, závratě, ztráta koncentrace, snaha o nadměrné tréninkové dávky, zkreslené vnímání svého těla, strach z přibírání, vyhýbání se stravování na veřejnosti a další (Papežová, 2010).

Symptomem anorexie mohou být také únavové zlomeniny a ztráta menstruačního cyklu. Jedním z důsledků podvýživy je útlum kostní novotvorby. To vede k úbytku kostní hmoty a zvýšenému riziku zlomenin. Růst a remodelace kostní hmoty jsou vysoce energeticky náročné procesy a při nedostatečném příjmu energie se utlumí (Papežová, 2010). Omezení příjmu živin vede k postupnému vyčerpávání zásob energie, ztrátě svalové hmoty, únavovým zlomeninám, závratím, oslabení imunity, k celkové únavě a zhoršení výkonnosti. Tod (2012) uvádí jako další rys anorexie u žen absenci nejméně tří menstruačních cyklů.

## **Mentální bulimie**

Tato porucha příjmu potravy je charakteristická opakujícími se epizodami záchvatovitého přejídání, po kterém následuje období hladovění nebo pročišťování. Typickými diagnostickými rysy jsou epizody přejídání nebo rychlé konzumace velkého množství jídla následované pokusy zabránit nárůstu hmotnosti, a to například vyvolání zvracení, hladověním, nadměrným cvičením nebo projímadly (Tod, 2012).

## **2.4 Kostí**

Kostí tvoří pasivní složku pohybového aparátu. Jsou zásobárnou minerálů a mezi jejich další hlavní funkce patří opora, pohyb a krvetvorba. Po celou dobu života jsou kostí metabolicky aktivní. Jsou rezervoárem vápníku a podílejí se na udržování jeho stálé hladiny v krvi. Úměrná fyzická zátěž podporuje růst kostí a kostní hustotu, a naopak dlouhodobé neúměrné zatěžování a přetěžování během tréninku může vést ke snížení kostní hustoty a k osteoporóze (Bartůňková a kol., 2013).

Dlouhodobá úměrná intenzita pohybové aktivity produkuje vyšší denzitu (hustotu) kostí. Jednoznačně je u mužů i žen prokázán pozitivní vliv silového tréninku, který se pro stimulaci kostní hmoty ukázal efektivnějším než vytrvalostní běh (Bartůňková a kol., 2013).

Ve zdraví kostí hraje důležitou roli estrogen. Udržuje rovnováhu mezi kostními buňkami – osteoblasty a osteoklasty. Osteoblasty se podílejí na tvorbě nové kostní hmoty a osteoklasty kostní tkáň odbourávají. Nedostatek estrogenu u sportovců s hypotalamickou amenoreou je často doprovázen chronickou podvýživou, což snižuje rychlost kostní tvorby (Nattiv et al., 2007).

Kostní hustota úzce souvisí s pravidelností menstruace a celkovým počtem menstruačních cyklů. Ztráta menstruace odstraňuje ochranný účinek estrogenu na kosti a sportovkyně tak činí zranitelnějšími vůči ztrátě vápníku při současném poklesu kostní hmoty. Pětiprocentní úbytek kostní hmoty zvyšuje riziko únavových zlomenin téměř o 40 %. Snížená kostní hustota v důsledku amenorei se často vyskytuje na více místech, která jsou pravidelně vystavována zvýšené síle během nárazů při pohybové aktivitě. Současně se riziko zvyšuje u jedinců s energetickým deficitem, a nízkým příjmem bílkovin a tuků (Ireland & Nattiv, 2002).

#### **2.4.1 Osteoporóza**

Osteoporóza je systémové metabolické onemocnění skeletu, charakterizované sníženým množstvím kostní hmoty a zhoršením mikroarchitektury kostní tkáně. Má za následek zvýšení lomivosti a výskyt zlomenin. Jedním z faktorů, který ovlivňuje vznik osteoporózy je pohlaví. Ženy mají vyšší riziko zlomenin než muži. Riziko také narůstá s přibývajícím věkem (Jenšovský, 2018).

Mezi další rizikové faktory osteoporózy patří sedavý způsob života, kouření cigaret, zlomenina v rodinné anamnéze, již prodělaná zlomenina v osobní anamnéze, nadměrný příjem bílkovin, porucha příjmu potravy, časná menopauza, nadměrný příjem sodíku, vysoký příjem kofeinu, strava s nedostatkem vápníku nebo nedostatek vitamínu D. Osteoporóza se rozvíjí postupně, jak kosti ztrácejí obsah kostních minerálů a snižuje se koncentrace vápníku. Toto způsobuje, že se kosti stávají propustnějšími a křehčími (Ireland & Nattiv, 2002).

Během reprodukčního období jsou ženy před rozvojem osteoporózy chráněny estrogeny. Po menopauze dochází k poklesu hladiny estrogenů, což má vliv na urychlení ztráty kostní hmoty (Bartůňková a kol., 2013).

Jako předstupeň osteoporózy bývá označována osteopenie. Kostní hustota je v tomto případě nižší, než je obvyklé, ale není tak nízká, aby splňovala kritéria osteoporózy a nedochází ještě k výskytu zlomenin (Varacallo et al., 2022).

## **2.5 Regenerace a únava**

### **2.5.1. Regenerace**

Nedílnou součástí každého tréninkového procesu je regenerace. Pojem regenerace zahrnuje veškerou činnost zaměřenou k plnému zotavení všech tělesných a duševních procesů, jejichž rovnováha byla předcházející fyzickou aktivitou narušena a posunuta do určitého stupně únavy. Regenerační procesy jsou automatické procesy, které probíhají v organismu bez vnějšího ovlivnění. Každá fyzická aktivita je následována únavou, na kterou navazuje zotavení. Regenerační procesy probíhají automaticky, při sportovní činnosti je však nutné dobu pro zotavení zkrátit, aby mohl proběhnout další trénink. Toho je dosahováno souborem komplexních postupů a metod. Některé regenerační procesy nastupují již v průběhu zátěže, jiné až po jejím ukončení. Regeneraci lze z hlediska časového vztahu k zátěži rozdělit na časnou a pozdní. Dále rozlišujeme regeneraci aktivní a pasivní. Aktivní regenerace představuje všechny plánovitě aplikované prostředky, které urychlují přirozený proces zotavení. Pasivní regenerace znamená přirozená činnost organismu bez vnějšího zásahu směřující k návratu vychýlených funkcí a hodnot vnitřního prostředí (Hošková & Majorová & Nováková, 2016).

Během fyzické aktivity dochází k narušení homeostázy a k vychýlení rovnovážného stavu. Při opakovaném působení stejného podnětu o stejné intenzitě a frekvenci se postupně oslabuje jeho efekt a organismus se na podnět, v tomto případě fyzickou aktivitu, adaptuje. Zjednodušeně pojem adaptace označuje přizpůsobení se na určitý podnět. Pokud je fyzická zátěž nadměrná, může docházet ke chronické únavě (Hošková & Majorová & Nováková, 2016).

### **2.5.2 Únava**

Každá činnost vede k únavě. Jako únavu označujeme stav snížené výkonnosti v důsledku předcházející tělesné nebo duševní aktivity. Příčinou únavy je vyčerpání či snížení energetických zásob, nadbytek katabolitů (produktů látkové přeměny), narušení homeostázy nebo změny řídicích a koordinačních mechanismů (Hošková & Majorová & Nováková, 2016).

Fyziologická únava je pro organismus přirozená a vyvolává adaptační mechanismy. Naopak patologická únava je nežádoucí. Patologická neboli chronická únava vzniká při opakované neúměrné zátěži bez dostatečného času pro regeneraci, při dlouhodobém působení nežádoucích podnětů nebo více stresorů. Příznakem bývá výkonnostní pokles,



snížení hmotnosti, nechutenství, trávicí obtíže, nespavost, podrážděnost či apatie. Fyziologickou únavu odstraní odpovídající doba klidového režimu, popřípadě urychlení zotavnými prostředky. Odstranění patologické únavy trvá delší dobu a často je nutná spolupráce lékaře, případně psychologa (Hošková & Majorová & Nováková, 2016).

Reakce organismu na stresovou situaci může ovlivnit sportovní výkon, sebedůvěru sportovce, působit na produkci hormonů a zvyšovat náchylnost ke zranění. Faktory vyvolávající v organismu stresovou situaci se nazývají stresory. Stresory mohou být vnější nebo vnitřní. Určité situace mohou na daného sportovce působit jako negativní stresory, a na jiného naopak jako pozitivní. Výzkumy bylo například zjištěno, že na ženy působí více než na muže nepříznivě negativní zpětná vazba od trenéra a potřebují více chválit (Ireland & Nattiv, 2002).

Náhlé zvýšení tréninkové intenzity bez následného odpočinku může být jedním z rizikových faktorů únavových zlomenin. Ke vzniku zlomeniny také přispívá svalová únava bez dostatečné regenerace, protože svaly hrají zásadní roli při snižování zátěže kostry (Philipson & Parker, 2009).

## 2.6 Únavové zlomeniny

Poprvé byly tyto zlomeniny popsány u vojáků v roce 1855 a o století později u běžců. V současné době je výskyt únavových zlomenin situován i do jiných sportů, kde dochází k opakovanému mechanickému zatěžování kostí. Únavové zlomeniny se nejčastěji vyskytují na dolní končetině, konkrétně na holenní kosti, lýtkové kosti a na nártních kostech. Toto zranění se objevuje u vrcholových sportovců, ale i u fyzicky aktivní populace. Únavová zlomenina bývá někdy označována jako stresová zlomenina z anglického pojmu *stress fracture* (Moreira et al., 2017).

Vytrvalostní běžci, ať už profesionální nebo amatérští, představují pro vznik únavových zlomenin rizikovou skupinu. Důvodem je vysoký objem tréninkového zatížení a neustálé zapojování dolních končetin (Moreira et al., 2017).

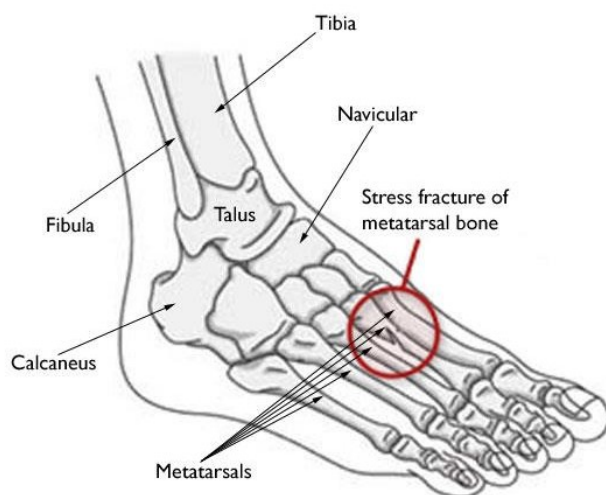
Únavová zlomenina představuje úplné nebo částečné přerušování kontinuity kosti, které je důsledkem opakovaného tahu a tlaku na kost. Je klinickým výstupem vyvrcholení opakujících se mechanických sil, které přesahují vnitřní opravné mechanismy organismu. Pokud zvýšené mechanické nároky na kosterní soustavu převýší schopnost organismu biologicky opravit vzniklá opotřebení, pravděpodobnost vzniku únavových zlomenin se zvyšuje (Máček & Radvanský, 2011).

### 2.6.1 Vznik a příčiny únavových zlomenin

Během fyzické aktivity dochází ke vzniku drobných poranění neboli mikrotraumat, která jsou důsledkem krátkodobé i dlouhodobé adaptace na prováděnou zátěž. Mikrotrauma je opravováno procesem, který zahrnuje tvorbu nové kostní tkáně. Pokud se však přetěžování kosti opakuje, mikrotraumata se hromadí rychleji, než je proces opravy schopen pojmout. Únavová zlomenina je tak důsledkem opakujících se mikrotraumat, která převyšují kapacitu kosti se opravovat (Moreira et al., 2017; Máček & Radvanský, 2011).

Změny v organismu se postupně kumulují a za určitých okolností dojde k jejich projevům. Jako první začínají změny na nitrobuněčné úrovni. Organismus se brání zapojováním náhradních mechanismů a dochází k narušování pohybových stereotypů. Jedinec zpočátku nemusí pociťovat bolest, která by vedla k bezprostřednímu ukončení sportovní činnosti. Riziko spočívá v tom, že může dojít k postupnému navršení mikrotraumat a vzájemnému zesilování. Časový průběh klinického projevu únavové zlomeniny se uvádí obecně dva měsíce poté, co sportovec náhle a podstatně zvýší tréninkovou činnost (Moreira et al., 2017; Máček & Radvanský, 2011).

Únavové zlomeniny tedy nejsou způsobeny jednorázovou nadměrnou zátěží, ale jde o proces vzniklý opakovaným působením. Stresová zlomenina nastane při snížené buněčné reparaci a neadekvátní nebo nedostatečné reparaci namáhané kosti. To znamená, že tělo není schopno nahradit staré kostní buňky buňkami novými. Ještě rizikovější je tato situace u dospívajících fyzicky aktivních dívek s nepravidelnou nebo dokonce chybějící menstruací během vrcholných let budování kostní hmoty. Toto období trvá zhruba od puberty do 20 let. U těchto dívek nedojde k optimálnímu vybudování kostní hmoty (Ireland & Nattiv, 2002; The Female and Male Athlete Triad Coalition, 2020).



Obrázek č. 5: Únavová zlomenina metatarsu (OrthoInfo, 2021)

Existuje několik vnějších a vnitřních faktorů, které mohou jedince vystavit riziku vzniku únavové zlomeniny. Mezi ty vnější patří například kvalita běžecké obuvi, typ povrchu, úroveň kondice a zvýšení tréninkové činnosti. Mezi vnitřní faktory patří pohlaví, hormonální a nutriční stav, a u žen také již zmíněná nízká energetická dostupnost a triáda sportovkyň (Ireland & Nattiv, 2002).

Přítomnost triády sportovkyň nebo jedné z jejich složek jako rizikový faktor pro vznik únavové zlomeniny uvádějí ve svém článku také Joy a Campbell (2005). Identifikace některé ze složek triády sportovkyň a včasná intervence může vznik únavové zlomeniny zastavit nebo mu předejít (Joy & Campbell, 2005).

### 2.6.2 Další možné příčiny únavových zlomenin

Na běžecká zranění mohou mít vliv také faktory jako je technika běžeckého kroku a došlapu, běžecká obuv, rychlost běhu nebo terén. Například dlouhodobější běh naboso nebo v minimalistických botách vede k vyššímu výskytu únavových zlomenin. Minimalistické boty se v současnosti staly trendem, avšak nejsou vhodné pro každého, především pro začátečníky a běžce s nadváhou. Tyto boty sice podporují tzv. přirozený styl běhu a zapojování jiných svalů dolní končetiny, které by ve standardních botách tolik nepracovaly, na druhou stranu ale nedochází k takovému tlumení nárazů. Noha současného člověka se z důvodu nižšího přirozeného zapojení výrazně tvarově i funkčně oslabila. Pokud běžec začne ze dne na den běhat naboso nebo v minimalistických botách, chodidlo nebude při běhu naboso optimálně fungovat. I zdatnější běžci by v těchto botách či naboso měli běhat pouze přiměřeně na měkčích površích, a jen pokud jejich noha

zvládne aktivní techniku oporové fáze, jinak hrozí přetížení pohybového aparátu (Tvrzník & Gerych, 2014).

Důležitým aspektem běžecké techniky je došlap neboli kontakt chodidla s podložkou. Běžec může došlapovat přes přední část chodidla, přes střed chodidla nebo přes patu. Při došlapu přes špičku působí na lýtko a Achillovu šlachu mnohonásobně vyšší síla než při došlapu přes patu. Osa otáčení u došlapu přes špičku odpovídá hlavičce prvního metatarzu (palcového kloubu). Při tempových a rychlých bězích využívají běžci nejčastěji techniku přes přední nebo střední část chodidla. Výzkumy ukazují, že při technikách rychlejšího běhu je zvýšené riziko únavových zlomenin lýtkové kosti. Tuto techniku využívají především výkonnostní a vrcholoví vytrvalci. Pro většinu rekreačních běžců je nejvhodnější došlap spíše přes patu a provedení tzv. kolébky. První kontakt chodidla se zemí je na vnější straně paty bez výraznějšího nárazu, poté se chodidlo postupně odvíjí mírným propadem na vnitřní stranu, pata se zdvihá, kotník aktivně pracuje a následuje odraz přes přední palcovou část chodidla. Tento způsob je vhodný, protože reakční síly podložky se rozdělí téměř na všechny části chodidla a hlavní zatížení střídavě přebírají velké svalové skupiny (Tvrzník & Gerych, 2014).

### **2.6.3 Diagnostika únavových zlomenin**

Diagnostika únavových zlomenin může být někdy složitá. Sportovci si stěžují na nástup bolesti v průběhu aktivity nebo po ní. Fyzikální vyšetření obvykle odhalí lokální citlivost nad postiženou kostí a může se objevit také lokální otok. Únavové zlomeniny lze klasifikovat na vysoce rizikové nebo níže rizikové. Níže rizikové zlomeniny na rozdíl od těch vysoce rizikových nevyžadují chirurgickou léčbu (Chen et al., 2013).

K diagnostice únavové zlomeniny není vhodný klasický rentgenový snímek, protože zlomenina v raném stádiu na něm nemusí být vidět. V současné době je nejpřesnějším diagnostickým nástrojem magnetická rezonance, která dokáže zobrazit otoky kostní tkáně i okolních měkkých tkání. Někdy bývá využívána počítačová tomografie (CT) (Moreira et al., 2017).

U sportovkyň s únavovou zlomeninou by dle Chena et al. (2013) měly být zhodnoceny příznaky atletické triády a provedena anamnéza zahrnující dietní postupy, kolísání hmotnosti, příjem energie, menstruační anamnézu a současný menstruační stav. Dále by mělo dojít například k vyšetření dýchacího systému, hladiny hormonů, měl by být

získán kompletní krevní obraz a provedena duální rentgenová absorpciometrie (DEXA) k posouzení kostní minerální hustoty (BMD) (Chen et al., 2013).



Obrázek č. 6: Únavová zlomenina 5.metatarzu (Walkrite Foot Clinic, 2016)

#### 2.6.4 Léčba únavových zlomenin

Léčba únavových zlomenin většinou začíná odpočinkem a přerušением aktivity, při které ke zlomenině došlo. Mělo by se jednat o aktivní odpočinek, ve kterém sportovec zařazuje pohybovou aktivitu v závislosti na místě zlomeniny. Při této aktivitě by nemělo docházet k bolesti a měla by sloužit k udržení kondice, aby nedošlo k poklesu výkonnosti. Jedná se především o aerobní aktivity s minimálním dopadem jako je jízda na kole, běh ve vodním prostředí nebo eliptický trenažer, které udržují kardiovaskulární kondici. Nově vznikající technologií napomáhající sportovci při návratu po zranění je antigravitační běžecký pás. Na podporu hojení a urychlení zotavení se také využívá ultrazvuk, rázová vlna nebo elektroléčba (Chen et al., 2013; Reeder, 2012).

Při návratu k zátěži by měly být zohledněny faktory jako běžecká obuv, povrch a technika běhu. Návrat ke sportu by měl začít postupně, poté co je sportovec bez bolesti 10 až 14 dnů. Část léčebného režimu by měla zahrnovat i dostatečný příjem vápníku, popřípadě jeho suplementaci. Pro léčbu a prevenci, popřípadě při opakovaném výskytu zlomenin, je doporučováno několik zásad. Patří mezi ně například zajištění kvalitní výživy s dostatkem vápníku, vitamínu D a bílkovin, vyvarování se nedostatečné energetické dostupnosti, optimální zvyšování tréninkové zátěže a u žen optimální menstruační cyklus (Moreira et al., 2017).

### 2.6.5 Únavové zlomeniny u žen

Ženy jsou oproti mužům k únavovým zlomeninám náchylnější hned z několika důvodů. Jedním z rizikových faktorů je nepravidelný menstruační cyklus pojičí se se sníženou kostní denzitou. Mezi další příčiny únavových zlomenin u žen můžou patřit statické a dynamické biomechanické rozdíly, deformity kyčle, valgózní postavení kolen (vbočení kolen dovnitř), rozdíly v geometrii kostí, vyšší hladiny tukové tkáně ve srovnání s tukuprostou hmotou nebo nižší počáteční úroveň tělesné zdatnosti (Bennell, 1999).

Nedostatek estrogenu u žen vede k urychlené kostní remodelaci. Dochází k resorpci kostní tkáně ještě před její tvorbou. Kost je tak v oslabeném stavu a je pravděpodobnější, že se při opakovaném zatížení bude hromadit mikrotrauma. Ztráta estrogenu také způsobuje zvýšené vylučování vápníku, což může mít za následek jeho negativní bilanci, pokud je ho ve stravě nedostatek. Ke zvýšené kostní remodelaci dochází i u sportovkyň s amenoreou. Také pokles produkce progesteronu, který podporuje tvorbu kostí, spojený se zkrácenou luteální fází a anovulačním cyklem může být pro zdraví kostí škodlivý (Bennell, 1999).

Pokles estrogenu však není jediným a přímým důsledkem snížené kostní hustoty. Sportovkyně s menstruačními poruchami vykazují další rizikové faktory, jako je nižší příjem vápníku, větší tréninková zátěž a rozdíly ve složení měkkých tkání (Bennell, 1999).

Ochranný účinek na kostní hustotu užíváním hormonální antikoncepce nebyl prokázán. Užíváním hormonální antikoncepce sportovkyně nepředchází vzniku únavových zlomenin (Bennell, 1999).

Pro mineralizaci kostí a maximální adaptaci kostí na mechanické zatížení je nezbytná pozitivní rovnováha vápníku. Nezávisle na vápníku, prospěšný účinek na kostní hustotu má příjem draslíku obsaženém v ovoci a zelenině (Moreira et al., 2017).

## 2.7 Dosavadní studie

V řadě výzkumů byla zjištěna souvislost vyšších nárazů při dopadu a zvýšené rychlosti zatížení s výskytem únavových zlomenin dolní končetiny. Ve vývoji únavové zlomeniny hraje roli i postranní pohyb chodidla a kotníku při došlapu směřující dovnitř neboli pronace. Mírná pronace je pro běžecský došlap žádoucí. Například dle výzkumu Hetsroniho et al. (2008) provedeném na 405 běžcích, může mít delší trvání pronace

ochranný efekt na výskyt únavových zlomenin stehenní a holenní kosti. Bylo prokázáno, že omezená pronace při běhu zvyšuje velikost nárazového zatížení. Pokud je běžcův došlap do jisté míry patologický, riziko únavových zlomenin se může zvyšovat. Únavové zlomeniny jsou však souhrou mnoha faktorů zahrnujících genetiku, nutriční stav, psychologický stav, aerobní zdatnost a další (Hetsroni et al., 2008).

Studie provedená Edwardsem et al. (2009) na běžcích, dokazuje významný vliv délky kroku a tréninkového objemu na výskyt únavových zlomenin. Snížení délky běžecského kroku snížilo riziko únavové zlomeniny o 3 až 6 %. Naopak navýšení počtu naběhaných kilometrů zvýšilo pravděpodobnost zlomeniny o 4 až 10 %.

Běžecské boty by měly absorbovat nárazy při došlapu, a snižovat tak riziko únavových zlomenin. Opatřené běžecské boty by měly být vyměněny. Častěji by měly být vyměňovány zejména boty, které jsou méně kvalitní a ztrácí funkci tlumení nárazů (Philipson & Parker, 2009).

Je potřeba zdůraznit, že velké množství studií bylo provedeno pouze na mužském pohlaví a nebyly tak zahrnuty faktory, které souvisejí s fyziologií ženského organismu. Jedním z těchto faktorů je právě menstruační cyklus (Sims, 2016).

Ve výzkumech zaměřujících se na ženy byla zjištěna souvislost s fyzickou aktivitou a poruchami menstruačního cyklu. S objemem a intenzitou běžecského tréninku se zvyšuje výskyt poruch menstruačního cyklu. U elitních běžkyň byly sníženy hladiny gonadotropních hormonů (Hetland et al., 1993). Ze studie Hetlanda et al. (1993) dále vyplynulo, že běžecský trénink ovlivňuje hladinu hormonů a pravidelnost menstruace, ale na stav kostí vliv nemá. Zvýšené riziko ztrát kostní hmoty mají pouze běžkyň trpící amenoreou a s nedostatkem estrogeneru.

Některé ze studií dokazují korelaci mezi únavovými zlomeninami a atletickou triádou sportovkyň zahrnující poruchy příjmu potravy, ztrátu menstruace a osteoporózu. Podle Reedera (2012) je potřeba dále zkoumat vliv tréninkového režimu, zejména typ povrchu, běžecské obuvi a změny běhané vzdálenosti.

Studie provedená Micklesfieldem et al. (2007) poukazuje na souvislost únavových zlomenin s poruchou příjmu potravy a zhoršenými představami o vlastním těle. Této studii se účastnilo přes 600 vytrvalostních běžkyň. U běžkyň, které negativně vnímaly svou postavu, byl zaznamenán častější výskyt poruch menstruačního cyklu. Únavovou zlomeninu již prodělalo 17,3 % ze všech účastnic výzkumu, a i u nich byl zaznamenán

negativní vztah ke svému tělu. Z této studie vyplývá, že s výskytem únavových zlomenin souvisí především nízká energetická dostupnost, která se může rozvinout až v poruchu příjmu potravy, a zvýšení tréninkových dávek.

Dle Moreiry et al. (2017) je patogeneze únavových zlomenin zcela jasně multifaktoriální. Klíčovou roli hrají biomechanické faktory, ale přispívá k nim řada dalších vnějších a vnitřních faktorů.

Také Chen et al. (2013) tvrdí, že příčiny únavových zlomenin jsou multifaktoriální a zahrnují biomechaniku, mechanismy fyzické aktivity, tréninkové faktory, faktory prostředí, nutriční faktory a atletickou triádu sportovkyň. Triáda sportovkyň je velmi rizikovým faktorem únavových zlomenin a identifikace některé z jejích složek může pomoci únavovým zlomeninám předcházet (Chen et al., 2013).

Nattiv et al. (2007) uvádí, že únavové zlomeniny se vyskytují častěji u fyzicky aktivních žen a dívek s menstruačními nepravidelnostmi a sníženou kostní hustotou. U sportovkyň s amenoreou je výskyt dvakrát až čtyřikrát vyšší.

Dle Bennella (1999) a dalších výzkumů se únavové zlomeniny častěji vyskytují u atletek s menstruačními poruchami. Příčinou může být již zmíněná snížená hladina estrogenu vedoucí k nižší kostní hustotě, negativní bilance vápníku, nebo kombinace obou faktorů. Sportovkyně trpící amenoreou mají nižší kostní hustotu než sportovkyně s pravidelným menstruačním cyklem.

Prokázané rizikové faktory únavových zlomenin zahrnují sníženou kostní hustotu, menstruační poruchy, pozdní menarche, dietní nedostatečnost, genetické predispozice, biomechanické abnormality, chyby v tréninkovém zatížení a geometrii kostí (např. užší šířka holenní kosti, kratší délka holenní kosti) (Nattiv et al., 2007).



## **3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY**

### **3.1 Cíle a úkoly práce**

#### **Cíl práce**

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo zjistit míru souvislosti mezi výskytem únavových zlomenin u českých vytrvalostních běžkyň s poruchami menstruačního cyklu, navýšením tréninkové zátěže, sníženým příjmem energie a změnami v regeneraci organismu.

#### **Úkoly práce**

- Vyhledat a prostudovat studie vztahující se k danému tématu
- Prostudovat odbornou literaturu
- Vytvořit odborný souhlas a odevzdat ho etické komisi ke schválení
- Sestavit a sdílet dotazník pro běžkyňe
- Zpracovat teoretické podklady
- Zpracovat získaná data
- Vyhodnotit a interpretovat získaná data

### **3.2 Výzkumné otázky a hypotézy**

#### **Výzkumné otázky**

Pro mou práci jsem si stanovila následující výzkumné otázky:

1. Existuje korelace mezi ztrátou menstruace nebo jinými poruchami menstruačního cyklu a výskytem únavových zlomenin?
2. Má na vznik únavových zlomenin u běžkyň vliv zvýšení tréninkového zatížení?
3. Má na vznik únavových zlomenin u běžkyň vliv snížení energetického příjmu?
4. Zhoršuje se v průběhu období před vznikem únavové zlomeniny u vytrvalostních běžkyň regenerace organismu – dochází ke zpomalení a zhoršení průběhu regeneračních procesů, pociťují běžkyňe více únavy?

#### **Hypotézy:**

Poruchy menstruačního cyklu souvisejí se vznikem únavových zlomenin.

Zvýšení tréninkového objemu má vliv na vznik únavových zlomenin.

Se vznikem únavových zlomenin souvisí snížený příjem energie.

V období před vznikem únavové zlomeniny byla u běžkyň zhoršena regenerace organismu – docházelo k větší únavě, regenerační procesy probíhaly pomaleji.

## **4 METODIKA PRÁCE**

Bakalářská práce obsahuje teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou na základě studia odborné literatury a literární rešerše shromážděny poznatky z oblasti vytrvalostního běhu, fyziologie ženského organismu, regenerace, únavy a únavových zlomenin.

Praktická část se zaměřuje na zjištění korelace mezi únavovými zlomeninami u vytrvalostních běžkyň a poruchami menstruačního cyklu, navýšením tréninkové zátěže, sníženým příjmem energie a zhoršenou regenerací. Jedná se o empirický, kvalitativní výzkum, který byl dne 29. 11. 2021 pod jednacím číslem 247/2021 schválen etickou komisí UK FTVS.

### **4.1 Charakteristika testované skupiny**

Tento výzkum byl zaměřen na vytrvalostní běžkyň registrované v některém z atletických oddílů Českého atletického svazu a na běžkyň rekreační, které nejsou členkami žádného atletického oddílu. Podmínkou účasti ve výzkumu bylo, aby každá z respondentek prodělala únavovou zlomeninu. Pro práci byly využity údaje získané od 43 běžkyň. Respondentky jsou různého věku v rozmezí od 18 do 48 let. Získaná data byla anonymizována již při přijetí dotazníků prostřednictvím online platformy SURVIO. Nelze přiřadit jednotlivé dotazníky ke jménu běžkyň ani k atletickému oddílu.

### **4.2 Použité metody**

Při sběru dat pro tuto bakalářskou práci byla využita dotazníková metoda. Výzkumnou metodou je nestandardizovaný anonymní dotazník. Pro větší dosah bylo dotazníkové šetření prováděno distanční formou. Dotazník byl šířen prostřednictvím online platformy SURVIO. Odkaz na dotazník byl rozšířen pomocí sociálních sítí Facebook a Instagram. Na Facebooku byl dotazník umístěn do skupin pro běžce a pro sportovce, jejichž členy jsou vytrvalostní běžkyň. Dále byl dotazník šířen trenéry a dalšími členy jednotlivých klubů Českého atletického svazu. Dotazník byl zcela anonymní a z citlivých dat obsahoval informace o menstruačním cyklu. Informace poskytnuté v dotazníku není možné přiřadit k jednotlivým osobám. Dotazník obsahuje uzavřené otázky s možností doplnit vlastní odpověď a otevřené otázky. Otázky byly vybrány s ohledem na cíle bakalářské práce.

## Otázky v dotazníku

Dotazník se skládá celkem z osmi otázek. Šest otázek bylo s výběrem odpovědi, s možností doplnit k zaškrtnuté možnosti ještě vlastní odpověď. Jedna otázka měla pouze volnou odpověď. Poslední otázka měla volnou odpověď s možností čísla věku respondentek.

První dvě otázky se týkaly výskytu únavových zlomenin – kolikrát se únavová zlomenina u běžkyň vyskytla a na jakém místě. Další otázka se týkala změn v tréninkovém zatížení v období, kdy došlo k únavové zlomenině. Následující dvě otázky byly zaměřené na změny v menstruačním cyklu u běžkyň v období únavové zlomeniny. Respondentky nejprve zvolily konkrétní odpověď (možnost zvolit více odpovědí), a poté navázala otázka na konkrétní změny v menstruačním cyklu v období únavové zlomeniny. Zde se mohly respondentky rozepsat o konkrétních změnách v jejich menstruačním cyklu. Následující dvě otázky byly zaměřené na změny ve výživě a regeneraci běžkyň během období výskytu únavové zlomeniny. V poslední otázce respondentky uvedly svůj věk. Tato otázka sloužila ke kontrole vzorku respondentů.

Otázky:

1. Kolikrát se vyskytla únavová zlomenina?
2. Kde došlo k únavové zlomenině?
3. Jak se změnilo tréninkové zatížení v období, než k únavové zlomenině došlo?
4. Změnil se během období, kdy k únavové zlomenině došlo, nebo před vznikem únavové zlomeniny, menstruační cyklus?
5. K jakým konkrétním změnám v menstruačním cyklu došlo?
6. Jak se před vznikem únavové zlomeniny změnilo stravování?
7. Jak se změnila v období před vznikem únavové zlomeniny regenerace organismu po zatížení (např. zda byla pocíťována větší únava, regenerace organismu probíhala pomaleji)?
8. Napiš svůj věk prosím

## 4.3 Sběr dat

Na začátek dotazníku byl umístěn informovaný souhlas se zpracováním dat (příloha č. 2). Dotazník zjišťoval citlivá data o menstruačním cyklu, a i z toho důvodu byl zcela anonymní. Celkem bylo získáno 43 odpovědí.

Data byla získávána prostřednictvím ankety, která byla sdílena v elektronické formě. Odkaz na dotazník byl umístěn na sociální sítě Facebook a Instagram, a pro získání více odpovědí dále sdílen členy a trenéry atletických oddílů. Sběr dat byl prováděn od prosince 2021 do konce dubna 2022.

#### **4.4 Analýza dat**

Na začátek dotazníku byl umístěn informovaný souhlas. Z celkového počtu 44 zodpovězených dotazníků byl jeden vyřazen, neboť nebyly dokončeny odpovědi na všechny otázky. Z celkového počtu tak zbylo 43 vyplněných dotazníků pro další analýzu.

Nasbírané odpovědi byly dále statisticky zpracovány. Výsledky byly zaneseny do tabulek a graficky zpracovány pomocí MS Word a MS Excel. Následně jsem výsledky zhodnotila a porovnála ve vztahu k hypotézám a výzkumným otázkám. Výsledky tohoto výzkumu jsou zaznamenány v následující kapitole.

## 5 VÝSLEDKY PRÁCE

### Otázka 1.: Kolikrát se vyskytla únavová zlomenina?

Tabulka č. 1: Výsledky otázky 1

Odpověď	Počet	Procento
Jednou	40	93 %
Dvakrát	3	7 %
Více než dvakrát (kolikrát)	0	0 %



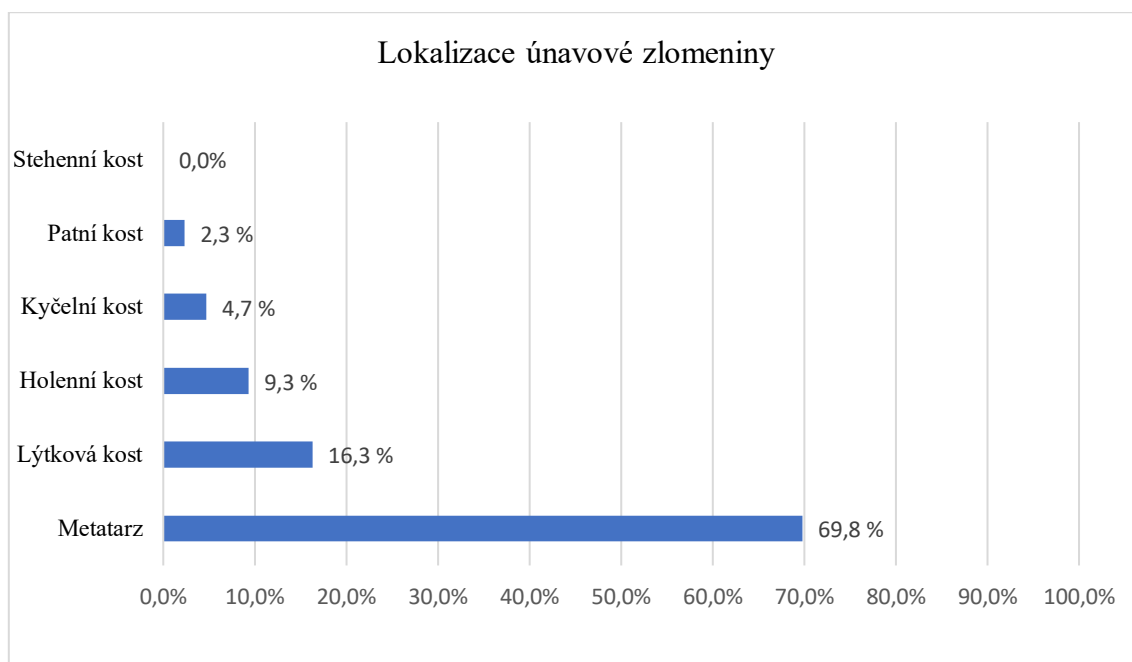
Obrázek č. 7: Graf výsledků otázky č.1

U 93 % respondentek (40), se únavová zlomenina vyskytla jednou. Pouze tři respondentky (7 %) prodělaly únavovou zlomeninu dvakrát. Více než dvakrát se únavová zlomenina nevyskytla u žádné z dotazovaných.

## Otázka 2.: Kde došlo k únavové zlomenině?

Tabulka č. 2: Výsledky otázky 2

Odpověď	Počet	Procento
Únavová zlomenina metatarzu	30	69,8 %
Únavová zlomenina lýtkové kosti	7	16,3 %
Únavová zlomenina holenní kosti	4	9,3 %
Únavová zlomenina kyčelní kosti	2	4,7 %
Únavová zlomenina patní kosti	1	2,3 %
Únavová zlomenina stehenní kosti	0	0 %



Obrázek č. 8: Graf výsledků otázky č. 2

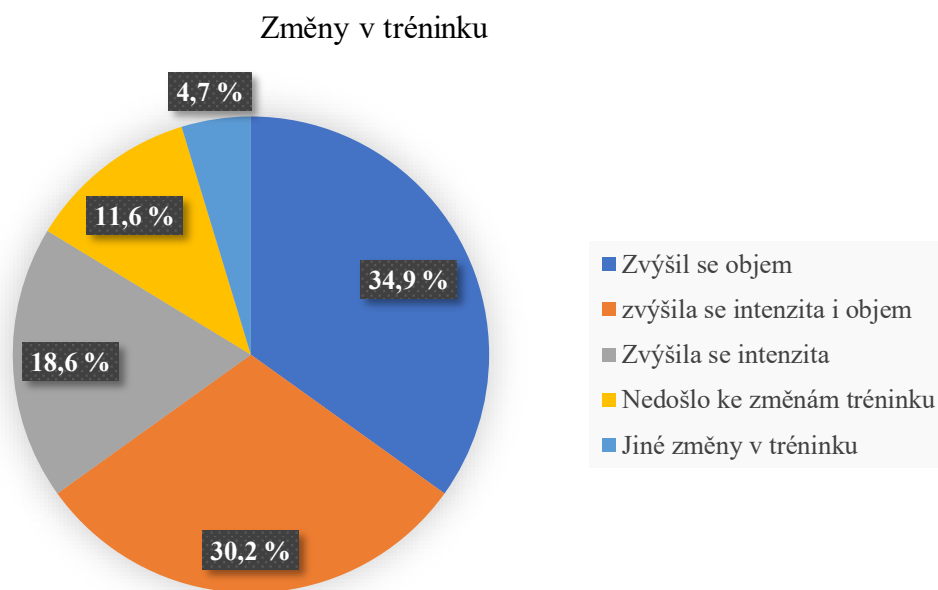
Nejvíce respondentek prodělalo únavovou zlomeninu nártní kosti (69,8 %). V pořadí druhou zastoupenou byla únavová zlomenina lýtkové kosti (16,3 %). Méně zastoupená byla únavová zlomenina holenní kosti, tu prodělalo 9,3 % z dotazovaných. Dvě respondentky (4,7 %) prodělaly únavovou zlomeninu kyčelní kosti. Jedna respondentka prodělala únavovou zlomeninu kosti patní (2,3 %). Pouze tři z respondentek (7 %) prodělaly únavovou zlomeninu dvakrát. Jedna z nich nejprve na holenní kosti, poté na metatarzu. Další dvě respondentky prodělaly obě dvě únavové zlomeniny na metatarzu. Únavová zlomenina stehenní kosti se nevyskytla u žádné z respondentek.

**Otázka 3.: Jak se změnilo tréninkové zatížení v období, než k únavové zlomenině došlo?**

*Tabulka č. 3: Výsledky otázky 3*

<b>Odpověď</b>	<b>Počet</b>	<b>Procento</b>
Zvýšil se objem (počet naběhaných kilometrů, delší vzdálenosti)	15	34,9 %
Obojí – zvýšila se intenzita i objem	13	30,2 %
Zvýšila se intenzita (rychlejší tempa, rychleji běhané úseky atd.)	8	18,6 %
Nedošlo ke změnám tréninku	5	11,6 %
Jiné změny v tréninku	2	4,7 %





Obrázek č. 9: Graf výsledků otázky č. 3

U 34,9 % respondentek se v období, kdy došlo k únavové zlomenině, zvýšil objem tréninkového zatížení. U 30,2 % respondentek se v období výskytu únavové zlomeniny zvýšil objem i intenzita tréninků. U 18,6 % běžkyň se zvýšila intenzita zatížení na tréninku. Dvě respondentky (4,7 %) uvedly jiné změny v tréninku. Změny v tréninku tedy nastaly celkem u 38 z dotazovaných. K žádným změnám v tréninku nedošlo u 11,6 % z respondentek.

**U možnosti jiné změny v tréninku byly uvedeny tyto odpovědi:**

*„Zlomenina se mi objevila krátce po tom, co jsem s běháním zcela začala.“*

*„Stalo se to po delší pauze, když jsem zase začala běhat.“*

**Další z respondentek kromě vyšší intenzity tréninkového zatížení uvedly ještě konkrétní odpověď:**

*„Běhání rychlosti v chladném počasí venku na dráze“*

*„K navýšení došlo během celkem krátké doby.“*

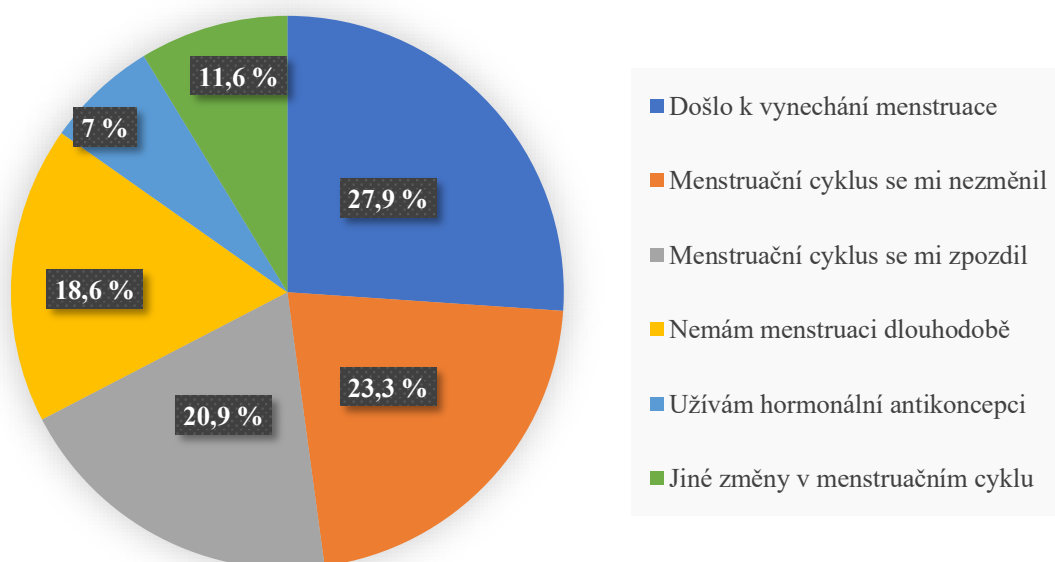
*„Začala jsem běhat delší běhy, postupně rychlejším tempem.“*

**Otázka 4.: Změnil se Vám během období, kdy k únavové zlomenině došlo, nebo před vznikem únavové zlomeniny, menstruační cyklus?**

Tabulka č. 4: Výsledky otázky 4

Odpověď	Počet	Procento
Došlo k vynechání menstruace	12	27,9 %
Menstruační cyklus se mi nezměnil	10	23,3 %
Menstruační cyklus se mi zpozdil	9	20,9 %
Nemám menstruaci dlouhodobě	8	18,6 %
Jiné (další) změny v menstruačním cyklu	4	9,3 %
Užívám hormonální antikoncepci	3	7 %

Změny v menstruačním cyklu



Obrázek č. 10: Graf výsledků otázky č. 4

U 27,9 % respondentek došlo během období únavové zlomeniny k vynechání menstruace. Menstruační cyklus se zpozdil u 20,9 % dotazovaných. V období únavové zlomeniny se cyklus nijak nezměnil u 23,3 % respondentek. Dlouhodobě nemá menstruaci 18,6 % respondentek. Pouze 3 z dotazovaných (7 %) uvedly, že v současné době užívají hormonální antikoncepci. Jedna z respondentek uvedla, že v období únavové zlomeniny HAK neužívala a menstruaci neměla dlouhodobě. Čtyři respondentky (9,3 %) uvedly jiné změny v menstruačním cyklu.

**K možnosti „jiné změny v cyklu“ uvedly doplnily respondentky tyto odpovědi:**

*„V ten měsíc zůstal cyklus stejný, opozdil se po 3 měsících.“*

*„Menštruáciu nemám už dlh, respektíve nemám ju vôbec pravidelne“*

*„Byla jsem 3 měsíce po vysazení HA (hormonální antikoncepce)“*

*„V té době jsem HAK nebrala, menstruaci jsem neměla dlouhodoběji“*  
(respondentka, která uvedla, že užívá HAK)

**Otázka 5.: K jakým konkrétním změnám v menstruačním cyklu došlo?**

V této otázce se respondentky rozepsaly o tom, k jakým konkrétním změnám v jejich menstruačním cyklu došlo v období výskytu únavové zlomeniny. Odpovědi zahrnovaly například údaje o tom, jak dlouho trvala ztráta menstruace nebo o kolik dní se menstruační cyklus posunul.

**Odpovědi:**

*„Nemám menstruaci dlouhodobě, nezměnilo se“*

*„2 měsíce se mi zpozdil o asi 10 dní“*

*„Menstruace mi vynechala už 2 měsíce před únavovkou, ztráta trvala skoro rok“*

*„Menstruace se mi zpozdila, ale asi 3 měsíce po tom, co se objevila únavová zlomenina. Možná to tedy ani s ní nesouviselo. Cyklus se mi prodloužil na 47 dní.“*

*„Menstruaci jsem neměla už asi 3 měsíce před zlomeninou, potom ztráta asi 5 měsíců, pak dost nepravidelnosti v cyklu“*

*„Menstruaci nemám delší dobu, běh nebyl důvod“*

*„Menstruační cyklus se vzhledem k hormonálnímu tělisku, které jsem tehdy měla, nezměnil“*

*„Menštruáciu mám asi tak 1 za 4 mesiace“*

*„MS (menstruaci) jsem neměla dlouhodobě, asi tak rok, po únavovce se navrátila asi do půl roku (snížením tréninku, lepší stravou)“*

*„Na 4 měsíce ztráta“*

*„Nemám menstruaci dlouhodobě“*

*„O pár dní se posunul“*

*„První zlomenina: vynechala se na 6 měsíců U druhé zlomeniny to bylo 2 měsíce nebyla, pak jednou jo a pak zase 3 měsíce nebyla“*

*„Silnější menstruace a velká bolestivost. Větší otoky nejen nohou ale i břicha“*

*„Vynechání skoro na půl roku“*

*„V té době jsem byla po vysazení hormonální antikoncepce, takže se tak nějak vracela do svých původních kolejí, celkem rychle se srovnala“*

*„Půl roku ztráta“*

*„Prodloužil se asi o 5 až 10 dní“*

*„Po vysazení HA 3 měsíce bez vlastního cyklu. Zřejmě pokles estrogenu a tím i zavápňování kostí“*

*„Měla jsem s tím problém dýl, menstruace mi vynechala asi 3 měsíce, pak byly cykly dlouhé, kolem 40 dní“*

*„Neměla jsem menstruaci asi přes půl roku“*

*„Zpozdil se, menstruace dost nepravidelná a byla slabá“*

*„Ztráta trvá už skoro rok“*

*„Zpozdil se několikrát po sobě, ale asi jen o týden“*

*„Vynechání menstruace trvalo skoro rok, začalo to právě tím nadměrným tréninkem“*

*„Vždycky trval kolem 28 dní, pak se prodloužil zhruba na 35–40 dní, před zraněním i po něm“*

*MS měsíc vůbec nepřišla, další měsíc ano, ale zpožděně a byla slabá“*

*„Po vysazení HAK se mi menstruace dlouho navracela, pak v období před únavkou myslím zase vynechala“*

*„Cyklus jsem měla zpožděný asi o dva týdny, nepravidelnosti v cyklu trvaly celkem dlouhodobě před únavkou i po“*

*„MS nepřišla už nějakou dobu před únavkou, asi 2 měsíce, předtím možná i zpoždění, ztráta pak trvala několik měsíců, přesně nevím, 3 měsíce určitě, pak pořád problémy“*

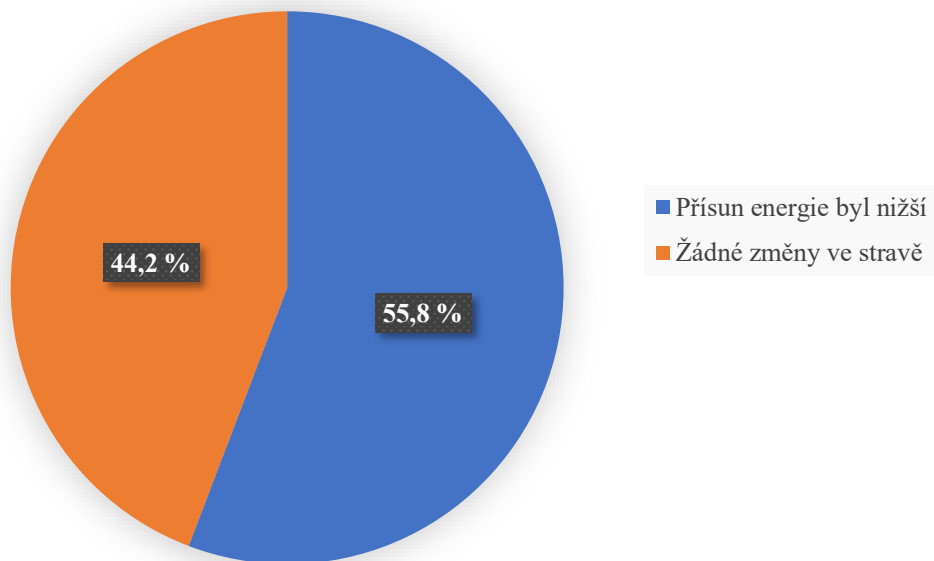
*„Když jsem začala víc běhat, tak cyklus začal být dost nepravidelný, to stále trvá“*

#### **Otázka 6.: Jak se v období, než došlo k únavové zlomenině změnilo stravování?**

Tabulka č. 5: Výsledky otázky 6

<b>Odpověď</b>	<b>Počet</b>	<b>Procento</b>
Přísun energie byl nižší	24	55,8 %
Žádné změny ve stravě	19	44,2 %

### Změny v příjmu energie



Obrázek č. 11: Graf výsledků otázky č. 6

Ze všech (43) respondentek jich 55,8 % (24) odpovědělo, že jejich energetický příjem byl v období výskytu únavové zlomeniny nižší. U 44,2 % (19) dotazovaných nedošlo v jejich stravování k žádným změnám. Dále respondentky uvedly konkrétní změny v jejich stravování.

#### **Z konkrétních změn ve stravování uvedly respondentky tyto změny:**

*„Dieta, snažila jsem se jíst co nejmíň“*

*„Přísun energie byl nižší, ale ne o moc“*

*„Nižší příjem, ale ne o moc“*

*„Nejedla jsem v té době maso a příjem energie byl nižší.“*

#### **Další dvě respondentky uvedly změny ve stravování po únavové zlomenině:**

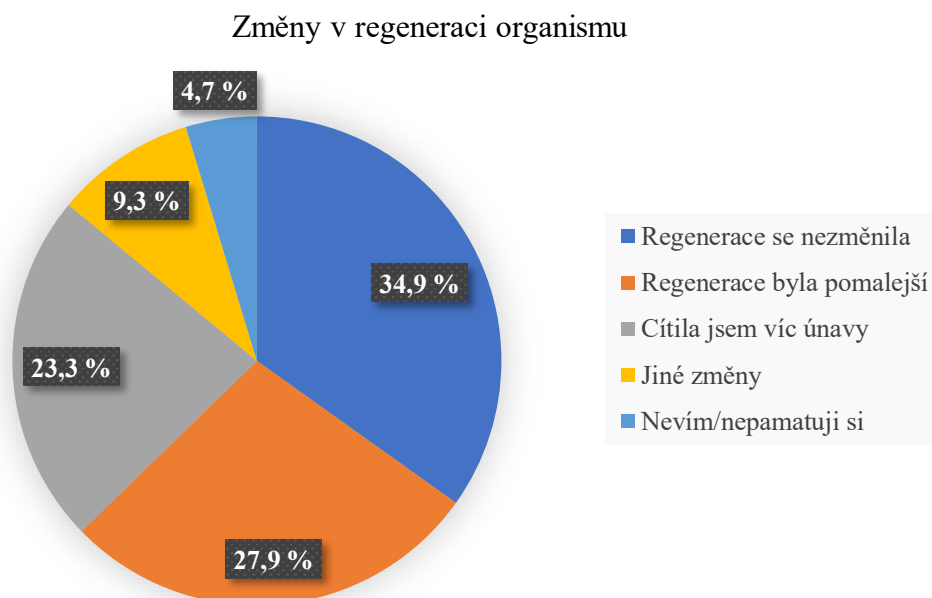
*„Více jídla bohatého na vápník + suplementace vápník a D3“*

*„Před ní ne, ale po ní mi bylo doporučeno jíst více vápníku a to, zdá se, pomohlo“*

**Otázka 7.: Jak se změnila v období před vznikem únavové zlomeniny regenerace organismu po zatížení (byla pocíťována větší únava, regenerace trvala déle, ...)?**

Tabulka č. 6: Výsledky otázky 7

Odpověď	Počet	Procento
Regenerace se nezměnila	15	34,9 %
Regenerace byla pomalejší	12	27,9 %
Cítila jsem více únavy	10	23,3 %
Jiné změny	4	9,3 %
Nevím / nepamatuji si	2	4,7 %



Obrázek č. 12: Graf výsledků otázky č. 7

U 34,9 % respondentek (15 odpovědí) se regenerace po zatížení nijak nezměnila. Regenerace byla pomalejší u 27,9 % dotazovaných. 23,3 % respondentek zaškrtnulo, že pocíťovaly více únavy. K jiným změnám v regeneraci došlo u 9,3 % respondentek. Dvě respondentky (4,7 %) uvedly, že si na změny v regeneraci už nevzpomínají. Z celkového počtu respondentek jich 26 dále uvedlo konkrétní odpověď v možnosti otevřené odpovědi. Většina z nich uvedla, že jejich regenerace byla pomalejší a pocíťovaly větší únavu.

### **Zde jsou konkrétní odpovědi:**

*„Víc únavy, trvalo to ale už dýl.“*

*„Bola pomalšia.“*

*„Méně protahování. Pociťování špatné regenerace, větší ztuhlost při tréninku.“*

*„Možná jsem cítila větší únavu.“*

*„Byla jsem víc unavená.“*

*„Měla jsem zánět ITT“ (zánět iliotibiálního traktu)*

*„Mala som menej dní regenerácie a viac pretekov za sebou.“*

*„Větší stres – závody, ale týkalo se to i jiných věcí.“*

*„Pořád jsem cítila ztuhlé nohy.“*

*„I po řádném zaléčení a rehabilitaci se občas noha ozve. Jinak jsem nepozorovala žádné změny.“*

*„Ano, regenerace trvala déle, měla jsem zrovna víc závodů.“*

*„Méně přirozené chůze, méně silového tréninku (pandemie).“*

*„Pomalejší regenerace větší únava.“*

*„Stále nic moc regenerace musím přiznat.“*

*„Byla jsem pořád unavená.“*

*„Byla o něco pomalejší podle mě.“*

*„Po nějaké době se zhoršila.“*

*„Bylo to celkem stresové období, málo spánku atd.“*

*„Celkově nic moc, byla jsem docela přetrénovaná.“*

*„Možná byl pro mě běh náročnější pocitově.“*



*„Větší únava a ztuhlé svaly, ale bylo to asi i větší zátěží. “*

*„Už předtím jsem podle mě cítila větší únavu. “*

*„Bylo to v sezóně, hodně závodů a nedostatek rege (regenerace). “*

*„Žádné výrazné změny jsem nezaznamenala. “*

*„Nepamatuju si. “*

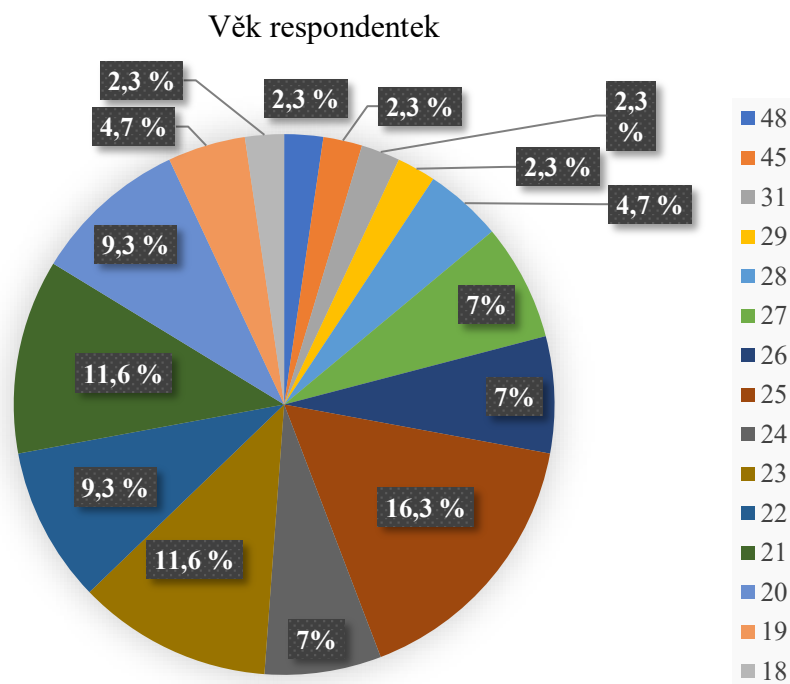
*„Nevím. “*

Z těchto odpovědí vyplývá, že u většiny respondentek během období výskytu únavové zlomeniny trvala regenerace déle nebo pociťovaly větší únavu. Vyskytly se odpovědi, kde respondentky uvedly, že tyto změny nastaly během období, kdy měly více závodů nebo intenzivněji trénovaly. Dvě respondentky uvedly, že pro ně trénink (běh) byl pocitově náročnější. Další dvě běžkyně uvedly, že během období výskytu únavové zlomeniny pociťovaly větší míru stresu.

### Otázka 8.: Napiš svůj věk prosím

Tabulka č. 7: Výsledky otázky 8

Odpověď	Počet	Procento
25	7	16,3 %
21	5	11,6 %
23	5	11,6 %
20	4	9,3 %
22	4	9,3 %
24	3	7 %
26	3	7 %
27	3	7 %
28	2	4,7 %
19	2	4,7 %
18	1	2,3 %
29	1	2,3 %
31	1	2,3 %
45	1	2,3 %
48	1	2,3 %



Obrázek č. 13: Graf výsledků otázky č. 8

Většina respondentek tvořila věkovou skupinu do 30 let. Nejvíce respondentek bylo ve věkovém rozmezí od 20 do 26 let. Nejzastoupenějším věkem bylo 25 let (16,3 %). Pouze dvě respondentky byly starší 40 let. V odpovědích však uvedly, že k únavové zlomenině u nich došlo v nižším věku (16 a 18 let).

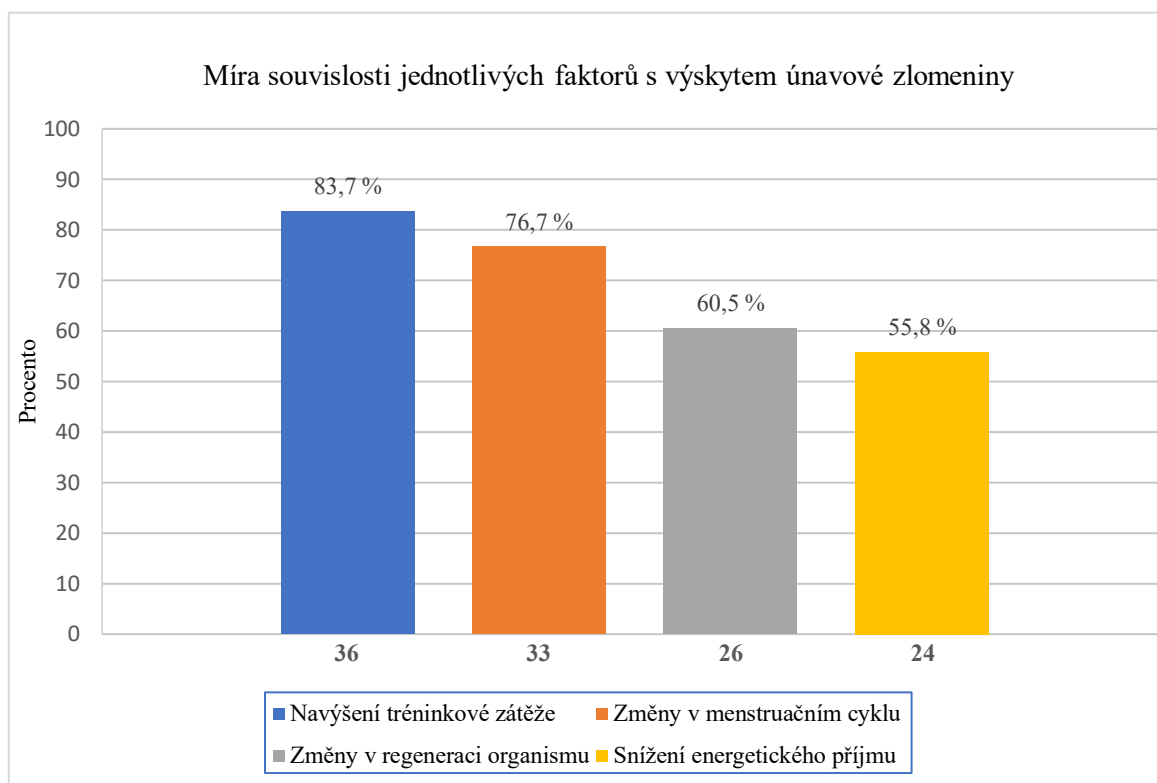
## 5.4 Výsledky ve vztahu k výzkumným otázkám

1. Existuje korelace mezi ztrátou menstruace nebo poruchami menstruačního cyklu a výskytem únavových zlomenin?
  - Souhrnně dle výsledků tohoto výzkumu lze tvrdit, že ano. U 27,9 % běžkyň došlo v období únavové zlomeniny k vynechání menstruace, u 20,9 % běžkyň se menstruační cyklus zpozdil a dlouhodobě nemá menstruaci 18,6 % z dotazovaných. U 27,8 % respondentek se cyklus nezměnil.
2. Má na vznik únavových zlomenin u běžkyň vliv zvýšení tréninkového zatížení?
  - Výsledkem tohoto výzkumu bylo prokázáno, že u 38 běžkyň došlo v období výskytu únavové zlomeniny ke zvýšení tréninkové zátěže. Konkrétně u 34,9 % běžkyň se zvýšil objem jejich tréninku, u 30,2 % běžkyň se zvýšil objem i intenzita tréninku a u 18,6 % se zvýšila intenzita tréninku. Žádné změny nenastaly u 11,6 % respondentek.
3. Má na vznik únavových zlomenin u běžkyň vliv snížení energetického příjmu?
  - U více než poloviny respondentek (55,8 %) došlo k únavové zlomenině v období, kdy byl jejich přísun energie nižší.
4. Zhoršuje se v průběhu období vzniku únavové zlomeniny u vytrvalostních běžkyň regenerace organismu?
  - U 34,9 % respondentek se regenerace organismu nijak nezměnila. Regenerace byla pomalejší u 27,9 % dotazovaných. 23,3 % respondentek uvedlo, že pociťovaly více únavy. K jiným změnám v regeneračních procesech organismu došlo u 9,3 % respondentek. Jako jiné změny uvedly respondentky například pociťování ztuhlých svalů při tréninku nebo horší regeneraci organismu z důvodu stresového období nebo velkého počtu závodů.

### Shrnutí výsledků

Nejsignifikantnější souvislost se vznikem únavových zlomenin byla nalezena u zvýšení tréninkového zatížení běžkyň, popřípadě jiných změn v tréninku. Nejčastěji se jednalo o navýšení tréninkového objemu (naběhané kilometry, delší běhy atd.). V pořadí další souvislost se vznikem únavových zlomenin byla nalezena u poruch menstruačního

cyklu běžkyň, a poté u změn v regeneraci organismu. Ke sníženému energetickému příjmu docházelo u více než poloviny (55,8 %) dotazovaných.



Obrázek č. 14: Graf shrnující výsledky výzkumu

Celkem 83,7 % (36) běžkyň navýšilo v období před vznikem únavové zlomeniny tréninkovou zátěž (tréninkový objem, intenzitu nebo obojí dohromady). Změny v menstruačním cyklu uvedlo celkem 76,7 % (33) dotazovaných. Tyto změny zahrnují zpoždění, vynechání, nepravidelnost nebo úplnou absenci menstruace. Více únavy nebo pomalejší průběh regeneračních procesů organismu, popřípadě větší ztuhlost svalů při tréninku pociťovalo celkem 60,5 % (26) respondentek. Snížený energetický příjem v období vzniku únavové zlomeniny mělo 55,8 % (24) dotazovaných běžkyň.

## 6 DISKUZE

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala příčinami únavových zlomenin u vytrvalostních běžkyň. Hlavním cílem výzkumu bylo nalézt míru souvislosti mezi výskytem únavových zlomenin u českých vytrvalostních běžkyň s poruchami menstruačního cyklu v kombinaci se změnami tréninkového zatížení, zhoršenou regenerací organismu a sníženým příjmem energie. Dotazovanou skupinu tvořily běžkyňe registrované v atletických oddílech Českého atletického svazu a běžkyňe, které nejsou registrované v žádném oddíle. Celkem se dotazníkového šetření účastnilo 43 běžkyň. Podmínkou bylo, aby každá z respondentek prodělala únavovou zlomeninu.

První výzkumnou otázkou bylo, zda existuje korelace mezi ztrátou menstruace nebo jinými poruchami menstruačního cyklu a výskytem únavových zlomenin. Výsledky této bakalářské práce souhlasí s obecně platnými teoriemi v odborné literatuře a studiích, které potvrzují poruchy menstruačního cyklu jako jednu z možných příčin výskytu únavové zlomeniny. Jako příklad lze uvést studii provedenou Nattivovou et al. (2007), která potvrzuje menstruační poruchy jako jeden z rizikových faktorů pro vznik únavových zlomenin.

Lze potvrdit studii Bennella et al. (1999), že únavové zlomeniny se častěji vyskytují u atletek s menstruačními poruchami. Z celkového počtu 43 dotazovaných se u 76,7 % (33) běžkyň, vyskytly změny v menstruačním cyklu a menstruační potíže, u mnohých z nich již nějakou dobu před únavovou zlomeninou. Běžkyňe s chybějící menstruací uvedly ztrátu menstruace trvající několik měsíců, nejčastější odpovědi zahrnovaly rozmezí 2–6 měsíců před vznikem únavové zlomeniny. Výsledky také ukázaly, že 18,6 % dotazovaných běžkyň se potýká s dlouhodobou ztrátou menstruace.

Je však potřeba zdůraznit, že příčiny únavových zlomenin jsou multifaktoriální a poruchy menstruačního cyklu tak nejsou jediným rizikovým faktorem pro vznik únavových zlomenin. Výsledky práce potvrzují vzájemnou provázanost tří složek triády sportovkyň, jak ve své studii uvádí De Souza et al. (2014). Stav menstruačního cyklu je přímo ovlivněn dostupností energie, a současně dostupnost energie a stav menstruačního cyklu přímo ovlivňují zdraví kostí (De Souza et al., 2014).

Dalšími výzkumnými otázkami bylo, zda má na vznik únavových zlomenin u běžkyň vliv zvýšení tréninkového zatížení a snížený energetický příjem. Z výzkumu této bakalářské práce vyplývá, že se vznikem únavových zlomenin se kromě poruch

menstruačního cyklu pojí také vyšší tréninkový objem nebo intenzita a nižší energetický příjem. U 83,7 % běžkyň došlo k navýšení tréninkové zátěže. Snížený energetický příjem uvedlo 55,8 % běžkyň. Otázkou zůstává, co je prvotní příčinou vzniku únavových zlomenin z cyklu poruch menstruačního cyklu, nízkého energetického příjmu, tréninkového zatížení a zhoršených regeneračních schopností organismu.

Jako další výzkumnou otázku, kterou jsem si položila bylo, zdali v průběhu období před vznikem únavové zlomeniny u vytrvalostních běžkyň dochází ke změnám v regeneračních procesech organismu (větší únavě, pomalejšímu průběhu regenerace). Z dotazovaných běžkyň jich 26 uvedlo pociťované změny v regeneraci, ke kterým došlo v období, kdy u nich vznikla únavová zlomenina nebo před jejím vznikem. Jednalo se především o pocit větší únavy než obvykle a pomalejší průběh regeneračních procesů.

Souhrnně lze tímto výzkumem potvrdit, že u každé běžkyňě se vyskytl alespoň jeden z rizikových faktorů vzniku únavové zlomeniny uvedených v teoretické části. Mezi tyto faktory patří navýšení tréninkového objemu nebo intenzity (nebo intenzity i objemu dohromady), poruchy menstruačního cyklu, snížený příjem energie, pocit větší únavy a pomalejší průběh regeneračních procesů. Nelze však jednoznačně určit, který z faktorů je prvotní příčinou, a který je spíše následkem některé z příčin. Například poruchy menstruačního cyklu mohou být důsledkem navýšení tréninkového objemu, ale i nízké energetické dostupnosti. Nejsignifikantnější souvislost se vznikem únavových zlomenin byla nalezena u zvýšení tréninkového zatížení. Procentuálně je souvislost jednotlivých faktorů se vznikem únavových zlomenin znázorněna graficky (viz obrázek č. 14).

Do tohoto výzkumu nebyly zahrnuty další faktory jako je například typ povrchu a druh běžecké obuvi, které mohou mít podle Reedera (2012) na vznik únavových zlomenin také vliv.

Tento výzkum se nezabýval dalšími možnými příčinami vzniku únavových zlomenin, kterými mohou být například hormonální změny, konkrétně snížená hladina estrogenu, což vede, jak uvádí Bennell (1999), ke snížení kostní hustoty a negativní bilanci vápníku. Většina respondentek byla ve věku do 30 let a z toho důvodu do výzkumu nebyla zahrnuta ani problematika řídnutí kostní hmoty během menopauzy.

Pro konkrétní zjištění stavu kostní hustoty běžkyň by bylo potřeba provést měření pomocí duální rentgenové absorpciometrie (DEXA), jak ve své studii uvádí Joy a Campbell (2005).

Pouze tři z respondentek uvedly užívání HAK. Vzhledem k tomu, že se jedná o 7 % respondentek, ve výzkumu nebyla zahrnuta problematika hormonální antikoncepce v souvislosti s kostní hustotou a rizikem vzniku únavových zlomenin. Dostal a kol. (2021) uvádí, že užíváním HAK dochází k potlačení přirozených hormonů, které organismus produkuje během celého cyklu. Upravení menstruačního cyklu při užívání HAK může u některých sportovkyň maskovat energetický nedostatek. Dochází sice ke krvácení, ale nejedná se o krvácení menstruační a neslouží tak jako ukazatel zdravého menstruačního cyklu. Také nedochází k ovulaci, která má vliv na kostní hustotu. Bennell (1999) uvádí, že ochranný účinek na kostní hustotu nebyl u užívání HAK prokázán, a sportovkyně tak užíváním HAK nepředcházejí vzniku únavových zlomenin.

K zahrnutí problematiky hormonální antikoncepce by bylo potřeba prostudovat další studie zabývající se vlivem HAK na kostní hustotu a studie zabývající se souvislostí HAK se vznikem únavových zlomenin u sportovkyň.

Pro další výzkumy zaměřené na příčiny únavových zlomenin bych doporučila více rozvést otázky zaměřené na změny v tréninkovém zatížení běžkyň. Například o kolik kilometrů týdně vzrostl tréninkový objem, jak se změnila intenzita jednotlivých tréninků, a jestli došlo k dalším změnám v tréninkové přípravě běžkyň.

Výsledky výzkumu z velké části potvrdily očekávání, že běžkyně mají s menstruačním cyklem problémy, a že některé z nich nemají menstruaci dlouhodobě. Poruchy menstruačního cyklu jsou jednou ze složek triády sportovkyň. Dlouhodobá ztráta menstruace je některými běžkyněmi i sportovkyněmi z jiných sportovních odvětví brána jako zcela běžná a nijak stav chybějící menstruace neřeší. Je potřeba, aby si trenéři i běžkyně byli vědomi možných rizik spojených se syndromem triády sportovkyň. Významné je v tomto směru doporučení v závěru konsenzuálního prohlášení Mezinárodního olympijského výboru (2014), kde je uvedeno, aby sportovní organizace uskutečňovaly například preventivní vzdělávací programy pro trenéry, a aby trenéři byli obeznámeni se zásadami řízení stravovacího režimu sportovců a s kontrolou tělesného složení a hmotnosti. Některé rekreační a výkonnostní běžkyně trenéry nemají, proto je důležité, aby se povědomí o rizicích triády sportovkyň šířilo nejen mezi trenéry, ale i mezi sportovkyněmi (Mountjoy et al., 2014).



## 7 ZÁVĚR

Bakalářská práce pojednává o příčinách únavových zlomenin u vytrvalostních běžkyň. Cílem této práce bylo zjistit souvislost vzniku únavových zlomenin s menstruačním cyklem, změnami tréninkového zatížení, sníženým příjmem energie a zhoršenou regenerací.

Únavové zlomeniny jsou u běžců častým zraněním. Dosavadní výzkumy dokazují, že únavové zlomeniny se častěji vyskytují u žen. Na základě prostudovaných výzkumů a odborné literatury lze říci, že příčiny únavových zlomenin jsou multifaktoriální. Vždy se jedná o souhru několika faktorů, které spolu vzájemně souvisí. Menstruační cyklus a jeho poruchy jsou jedním z faktorů, který má na vznik únavové zlomeniny vliv. Je ale důležité si uvědomit, že porucha nebo ztráta menstruačního cyklu může dále souviset s nedostatečným energetickým příjmem, nadměrnou tréninkovou zátěží a dalšími faktory.

Výsledky této bakalářské práce potvrzují vztah mezi poruchami menstruačního cyklu a výskytem únavových zlomenin. První hypotéza, že poruchy menstruačního cyklu souvisí se vznikem únavových zlomenin, byla potvrzena. Změny v menstruačním cyklu uvedlo 76,7 % běžkyň. Z výzkumu této práce dále vyplývá, že s únavovými zlomeninami souvisí nárůst objemu tréninkového zatížení, nárůst intenzity tréninku, snížený energetický příjem a zhoršená regenerace. Potvrzena byla druhá hypotéza, že na vznik únavových zlomenin má vliv zvýšení tréninkového objemu a intenzity. Celkem 83,7 % běžkyň navýšilo v období před vznikem únavové zlomeniny tréninkovou zátěž. Třetí hypotéza, která říká, že se vznikem únavových zlomenin souvisí snížený příjem energie, byla také potvrzena. Více než polovina respondentek (55,8 %) měla před vznikem únavové zlomeniny snížený energetický příjem. Poslední hypotézou bylo, že během období před vznikem únavové zlomeniny byla u běžkyň zhoršena regenerace organismu. Tuto hypotézu lze také potvrdit. Více než polovina (60,5 %) dotazovaných běžkyň pocíťovala během období výskytu únavové zlomeniny více únavy a pomalejší regeneraci.

Cíl a úkoly bakalářské práce byly naplněny. Největší souvislost vzniku únavové zlomeniny byla nalezena u zvýšeného tréninkového zatížení. Výsledky této práce dále dokazují, že v období únavové zlomeniny se některé běžkyň potýkaly s poruchami menstruačního cyklu nebo s dlouhodobou ztrátou menstruace. U některých běžkyň předcházel vzniku únavové zlomeniny i snížený energetický příjem. U respondentek se

v období před vznikem únavové zlomeniny vyskytl také pomalejší průběh regenerace organismu, který pociťovaly především jako větší únavu.

Na poruchy menstruačního cyklu by se mělo nahlížet nejen jako na jeden z rizikových faktorů vzniku únavových zlomenin, ale také jako na rizikový faktor úbytku kostní hmoty a dalších problémů, které mohou mít dopad na zdravotní stav běžkyň.

Do dalších výzkumů problematiky vzniku únavových zlomenin je zapotřebí zahrnout faktory jako je typ povrchu, druh běžecké obuvi, technika a biomechanika běhu. U žen a dívek je ve výzkumech potřeba zohlednit užívání hormonální antikoncepce a její souvislost s kostní hustotou. K takovému výzkumu by bylo potřeba měření kostní hustoty metodou kostní denzitometrie.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARAMPATZIS, A., DE MONTE, G., KARAMANIDIS, K., MOREY-KLAPSING, G., STAFILIDIS, S., a BRÜGGEMANN, P. Influence of the muscle-tendon unit's mechanical and morphological properties on running economy. *The Journal of experimental biology* [online]. 2006, (209), 3345–3357 [cit. 2022-04-22]. Dostupné z: doi:10.1242/jeb.02340.

BARTŮŇKOVÁ, S. a kol. *Fyziologie pohybové zátěže*. Dotisk 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2013. ISBN 978-80-87647-06-6.

BENNELL, K. et al. Risk Factors for Stress Fractures. *Sports Med* [online]. 1999, 28(2), 91-122 [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-199928020-00004.

BERNACIKOVÁ, M. *Fyziologie* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2012 [cit. 2022-03-27]. ISBN 978-80-210-5841-5. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-3/Impresum.html>.

BRAIG, Z. a T. BEAHR. Stress Fractures of the Foot and Ankle. OrthoInfo [online]. American Academy of Orthopaedic Surgeon, 2021 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/stress-fractures-of-the-foot-and-ankle/>

BROWN, R. *Běhání - fitness i maratony*. Brno: CPress, 2015. ISBN 978-80-264-0875-8.

BRUKE, A. A Leg-Activating Sequence to Address Common Misalignments. Yoga International [online]. 2022 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://yogainternational.com/article/view/leg-sequence>.

CLARK, N. *Sportovní výživa*. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-247-9047-5.

DE SOUZA, J. et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2014, 48(4) [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://bjsm.bmj.com/content/48/4/289>.

DOSTAL, J., HYBSKÁ, T., BALÁKOVÁ, V. a KOVÁŘOVÁ, L. *Žena a výkonnostní sport: Metodický materiál pro sportovkyně a jejich realizační týmy*. Praha: VICTORIA:

Vysokoškolské sportovní centrum Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, 2021. ISBN 978-80-908439-1-2.

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002. ISBN 978-80-7033-928-2.

DYLEVSKÝ, I. *Somatologie*. 3., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2111-3.

DŽUPA, V. a JENŠOVSKÝ, J. *Diagnostika a léčba osteoporózy a dalších onemocnění skeletu* [online]. Univerzita Karlova: Karolinum, 2018 [cit. 2022-03-27]. ISBN 978-80-246-3761-7. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/diagnostika-a-lecba-osteoporozy-a-dalsich-onemocneni-skeletu-782763/>.

EDWARDS, W. Effects of Stride Length and Running Mileage on a Probabilistic Stress Fracture Model. *Medicine and Science in Sports and Exercise* [online]. 2009, 41(12) [cit.2022-04-24].

Dostupné z: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1038.4435&rep=rep1&type=pdf>.

FAIT, T. 2020, *Fórum antikoncepce*. [online]. 2020, [cit. 03-27-2020]. Dostupné na: <https://www.forumantikoncepce.cz/>.

FAIT, T. *ANTI KONCEPCE*. 3. aktualizované vydání. Praha: Maxdorf, 2018. ISBN 978-80-7345-587-3.

GRASGRUBER, P. a CACEK, J. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.

HETLAND, M., HAARBO, J., CHRISTIANSEN, C. a LARSEN, T. Running induces menstrual disturbances but bone mass is unaffected, except in amenorrheic women. *Am J Med*. [online]. 1993, 95(1), 53-60 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: doi:10.1016/0002-9343(93)90232-e.

HETSRONI, I., FINESTONE, A. et al. The Role of Foot Pronation in the Development of Femoral and Tibial Stress Fractures: A Prospective Biomechanical Study. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2008, leden 2008, (Volume 18), 18-23 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: doi:10.1097/JSM.0b013e31815ed6bf.

HOŠKOVÁ, B., MAJEROVÁ S. a NOVÁKOVÁ, P. *Masáž a regenerace ve sportu*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3099-1.

CHEN, Y., TENFORDE, A. a FREDERICSON, M. Update on stress fractures in female athletes: epidemiology, treatment, and prevention. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. 2013, (6), 173–181 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s12178-013-9167-x>.

IRELAND, M. L. a NATTIV, A. *The Female Athlete*. USA: SAUNDERS, 2002. ISBN 0-7216-8029-1.

JOY, E. a CAMPBELL, D. Stress fractures in the female athlete. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2005, 2005(6), 323-328 [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: doi:[10.1097/01.csmr.0000306294.72578.a8](https://doi.org/10.1097/01.csmr.0000306294.72578.a8).

KLEINER, S. a GREENWOOD-ROBINSON, M. *Fitness výživa: Power Eating program*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3253-4.

KŘEPELKA, P. *Hormonální antikoncepce – zásady bezpečné praxe*. Praha: Mladá fronta, 2013. ISBN 978-80-204-2991-9.

KŘIVÁNKOVÁ, M. *Somatologie: Učebnice pro střední zdravotnické školy 2., doplněné vydání* [online]. Praha: Grada Publishing, 2019 [cit. 2022-03-10]. ISBN 978-80-271-2968-3. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/somatologie-807035/>.

MÁČEK, M. a RADVANSKÝ, J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity* [online]. Praha: Galén, 2011 [cit. 2022-03-26]. ISBN 978-80-7262-784-4. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/fyziologie-a-klinicke-aspekty-pohybove-aktivity-791575/>.

MICKLESFIELD, L. K., HUGO, J., JOHNSON, C., NOAKES, T. D. a LAMBERT, E. Factors associated with menstrual dysfunction and self-reported bone stress injuries in female runners in the ultra- and half-marathons of the Two Oceans. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2007, 10(41), 679-683 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.037077>.

MOORE, I. Is There an Economical Running Technique? A Review of Modifiable Biomechanical Factors Affecting Running Economy. *Sports Med* [online].

2016, 2016(46), 793–807 [cit. 2022-04-29]. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-016-0474-4.

MOREIRA, C. et al. Stress Fractures: Concepts and Therapeutics. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2017, 102(2), 525–534 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1210/jc.2016-2720.

MOUNTJOY, M., SUNDGOT-BORGEN, J. et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2014, 48(7), 491-497 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: https://bjsm.bmj.com/content/48/7/491.

MOUREK, J. *Fyziologie: Učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-3918-2.

NATTIV, A., LOUCKS, A., MANORE, M., SANBORN, CH., SUNDGOT-BORGEN, J. a WARREN, M. The Female Athlete Triad. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2007, 39(10), 1867-1882 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: doi:10.1249/mss.0b013e318149f111.

NICHOLS, J., RAUH, M. a LAWSON, M. *Prevalence of the Female Athlete Triad Syndrome Among High School Athletes* [online]. 2006, 137-142 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: doi:10.1001/archpedi.160.2.137.

NOSEK, M. a VALTER, L. Hladké běhy: Švihový způsob běhu. *Atletika pro školní TV* [online]. Univerzita J. E. Purkyně Ústí nad Labem: KTV PF UJEP, 2014 [cit. 2022-04-22]. Dostupné z: http://pf.ujep.cz/~nosek/atletika/hladke.html.

PAPEŽOVÁ, H. *Spektrum poruch příjmu potravy: Interdisciplinární přístup* [online]. Praha: Grada Publishing, 2010 [cit. 2022-03-27]. ISBN 978-80-247-7369-8. Dostupné z: https://www.bookport.cz/e-kniha/spektrum-poruch-prijmu-potravy-806956/.

PHILIPSON, M. a PARKER, P. Stress Fractures. *Orthopaedics and Trauma* [online]. Elsevier, 2009, 23(2), 137-143 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.mporth.2009.01.017.

PICKENS, A. 5th Metatarsal Stress Fracture Treatment & Management. *Walkrite Foot Clinic* [online]. 2016 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: https://www.walkritefootclinic.ca/5th-metatarsal-stress-fracture-treatment-management/

PILKA, R. *Dysfunkční děložní krvácení*. [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2022-03-28]. Studijní materiál pro V. a VI. ročník magisterského programu, Všeobecné lékařství. Dostupné na: [http://mefanimace.upol.cz/ebook/dysfunkcni\\_krvaceni/dysfunkcni\\_delozni\\_krvaceni\\_opf\\_files/pdfs/dysfunkcni\\_delozni\\_krvaceni\\_.pdf](http://mefanimace.upol.cz/ebook/dysfunkcni_krvaceni/dysfunkcni_delozni_krvaceni_opf_files/pdfs/dysfunkcni_delozni_krvaceni_.pdf).

PULEO, J. a MILROY, P. *Běhání - anatomie*. Brno: CPress, 2014. ISBN 978-80-264-0358-6.

REEDER, M. et al. Stress Fractures: Current Concepts of Diagnosis and Treatment. *Sports Medicine* [online]. 2012, 7. 10. 2012, (22), 198–212 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.2165/00007256-199622030-00006>.

REILLY, T. *The Menstrual Cycle and Human Performance*. [online]. 09–08–2010, [cit. 2022–08–03]. An Overview, *Biological Rhythm Research*, 31:1, 29–40, DOI: 10.1076/0929-1016(200002)31:1;1-0;FT029. Dostupné na: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1076/09291016%28200002%2931%3A1%3B1-0%3BFT029>.

ROZTOČIL, A. a kol. *Moderní gynekologie* [online]. Praha: Grada Publishing, 2011 [cit. 2022-03-26]. ISBN 978-80-247-7109-0. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/moderni-gynekologie-780583/>.

SAUNDERS, P., PYNE, D. et al. Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners. *Sports Medicine* [online]. 2012, 2004(34), 465–485 [cit. 2022-04-29]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00005>.

SIMS, S. *Roar*. New York: Rodale, 2016. ISBN 978-1-62336-686-5.

TESSUTTI, V. et al. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners. *Journal of Science* [online]. 2010, 13(1), 151-155 [cit. 2022-04-23]. ISSN 14402440. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S1440244008001552?via%3Dihub>.

*The Female and Male Athlete Triad Coalition: An International Consortium* [online]. 2020 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://www.femaleandmaleathletetriad.org/>.

TOD, D., THATCHER, J. a RAHMAN, R. *Psychologie sportu*. Praha: Grada, 2012. Z pohledu psychologie. ISBN 978-80-247-3923-6.

TVRZNÍK, A. a GERYCH, D. Velká kniha o běhání. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4872-6.

VARACALLO, M. et al. Osteopenia. *StatPearls* [online]. The National Center for Biotechnology Information, 2022 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499878/>.

VILIKUS, Z., MACH, I. a BRANDEJSKÝ, P. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 2. vyd. Univerzita Karlova, Praha: Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3152-3.

WEISS, P. a kol. *Sexuologie* [online]. Grada Publishing, 2010 [cit. 2022-03-26]. ISBN 978-80-247-9099-2. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/sexuologie-802125/>.

ŽELEZNÁ, K. Zdraví i výkon v ohrožení: Když dlouhodobě vydáváte více energie, než přijímáte. *Centrum Sportovní Medicíny* [online]. Praha, 2019 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.centrumSportmed.cz/blog-sportovni-medicina/2019/12/5/zdravi-i-vykon-v-ohrozeni-kdyz-vydavate-vice-energie-nez-prijimate>.



## Seznam obrázků a grafů

Obrázek č. 1: Ekonomika běhu (Cacek & Grasgruber, 2008).....	14
Obrázek č. 2: Q-úhel (Yoga International, 2022) .....	18
Obrázek č. 3: Menstruační a ovariální cyklus (Dostal a kol., 2021).....	18
Obrázek č. 4: Vliv RED-S na výkonnost sportovce (CSM, 2019) .....	27
Obrázek č. 5: Únavová zlomenina metatarsu (OrthoInfo, 2021).....	35
Obrázek č. 6: Únavová zlomenina 5.metatarzu (Walkrite Foot Clinic, 2016) .....	37
Obrázek č. 7: Graf výsledků otázky č.1 .....	46
Obrázek č. 8: Graf výsledků otázky č. 2 .....	47
Obrázek č. 9: Graf výsledků otázky č. 3 .....	49
Obrázek č. 10: Graf výsledků otázky č. 4.....	50
Obrázek č. 11: Graf výsledků otázky č. 6.....	54
Obrázek č. 12: Graf výsledků otázky č. 7.....	55
Obrázek č. 13: Graf výsledků otázky č. 8.....	59
Obrázek č. 14: Graf shrnující výsledky výzkumu.....	61

## **Seznam tabulek**

Tabulka č. 1: Výsledky otázky 1.....	46
Tabulka č. 2: Výsledky otázky 2.....	47
Tabulka č. 3: Výsledky otázky 3.....	48
Tabulka č. 4: Výsledky otázky 4.....	50
Tabulka č. 5: Výsledky otázky 6.....	53
Tabulka č. 6: Výsledky otázky 7.....	55
Tabulka č. 7: Výsledky otázky 8.....	58

## **Seznam příloh**

- Příloha č. 1: Souhlas etické komise
- Příloha č. 2: Úvod k dotazníku
- Příloha č. 3: Dotazník

## Příloha č. 1: Souhlas etické komise

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Únavové zlomeniny u vytrvalostních běžkyň a jejich příčiny

**Forma projektu:** výzkumná práce – bakalářská práce

**Období realizace:** listopad 2021 – duben 2022

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR

**Předkladatel:** Tereza Hlaváčová

**Hlavní řešitel:** Tereza Hlaváčová

**Místo výzkumu (pracoviště):** internetová platforma

**Vedoucí práce:** RNDr. PaedDr. Pavel Červinka, Ph.D. (UK FTVS – Katedra atletiky)

**Popis projektu:** Cílem projektu je zjistit korelace mezi únavovými zlomeninami a menstruačním cyklem a zároveň popsat další příčiny únavových zlomenin u vytrvalostních běžkyň. Dále popsat, jak vytrvalostní běh ovlivňuje menstruační cyklus, a jaký dopad má ztráta menstruace na ženský organismus i v souvislosti se sportem – vytrvalostním během. Sběr dat bude proveden analýzou dokumentů a studií. Jedná se o observační průřezovou studii. Jedná se o teoretickou práci s následným průzkumem. Tato práce si klade tyto teoretické otázky: Jak ovlivňuje vytrvalostní běh menstruační cyklus? Existuje korelace mezi ztrátou menstruace a únavovými zlomeninami? Má na ztrátu menstruace u běžkyň vliv také zvýšení tréninkových dávek, změny ve výživě a regenerace?

Metodou sběru dat pro výzkum, bude dotazníkové šetření obsahující otevřené a uzavřené otázky. Účastnice výzkumu vyplní on-line dotazník o 7–10 otázkách týkajících se jejich běžeckeho tréninku, stravování, regenerace a případných změn v menstruačním cyklu. Pomocí získaných dat bude zjišťována souvislost únavových zlomenin s menstruačním cyklem. Celý dotazník bude anonymní, všechny odpovědi a data budou anonymní a nemohou jednotlivě ani ve svém souhrnu vést k identifikaci konkrétní osoby. Vyplněný dotazník bude z webu smazán do 2.5.2025 (dotazník je možné vyplnit do 30.4.). Získaná data budou použita pouze v mé bakalářské práci a nebudou použita pro žádný další mnou zpracovaný výzkumný projekt nebo pro jakékoliv jiné účely. Získaná data nebudou poskytnuta žádné další osobě.

Z citlivých dat budou přebírány data o menstruačním cyklu žen – o jeho ztrátě, vynechání nebo změně. Těchto informací se budou týkat 2 otázky. Ostatní otázky nebudou zjišťovat žádná citlivá data. Jak je popsáno v odstavci níže, informace budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel.

Odkaz na dotazník bude umístěn na stránky sociálních sítí (Facebook), na mém profilu. Respondentky budou rekreační běžkyňe nebo běžkyňe z jakýchkoliv atletických klubů registrovaných u Českého atletického svazu.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Výzkumu se zúčastní 20–30 žen a dívek ve věkovém rozmezí od 18 do 45 let, které jsou aktivními běžkyňkami, závodně nebo rekreačně. Podmínkou je, aby každá z účastnic prodělala únavovou zlomeninu. Je potřeba, aby u nich už proběhla menstruace. Do výzkumu nemohou být zařazeny dívky, u kterých menstruace ještě neproběhla. Mohou být zařazeny ženy užívající hormonální antikoncepci.

**Zajištění bezpečnosti:** Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika v rámci tohoto typu výzkumu.

**Etické aspekty výzkumu:** Výzkum se nebude týkat žádných vulnerabilních (zranitelných) skupin a jednotlivců. Všechny účastnice budou starší 18 let.

**Potenciální střet zájmů:** Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

**Ochrana osobních dat:** Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Jako osobní údaje budou získávány informace o: věku, dále odpovědi z otázek týkajících se menstruačního cyklu, tréninku a stravování, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce.

Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.


Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznam.

**Text informovaného souhlasu (IS):** zjednodušený IS ve formě úvodu k dotazníku přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 26.11. 2021

Podpis předkladatele: 

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

**Složení komise:** **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

**Členové:** prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: .....

dne: .....

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.**

UNIVERZITA KARLOVA  
řezítko UK FTVS  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## **Příloha č. 2: Úvod k dotazníku**

### **INFORMOVANÝ SOUHLAS**

Já, Tereza Hlaváčová, jsem studentkou bakalářského studia na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

Tímto se na Vás obracím s žádostí o vyplnění dotazníku, který bude sloužit jako podklad pro mou bakalářskou práci.

Cílem výzkumu je zjistit korelace mezi únavovými zlomeninami a menstruačním cyklem a zároveň popsat další příčiny únavových zlomenin u vytrvalostních běžkyň. Dále popsat, jak vytrvalostní běh ovlivňuje menstruační cyklus, a jaký dopad má ztráta menstruace na ženský organismus i v souvislosti se sportem – vytrvalostním během.

Vyplnění dotazníku Vám zabere přibližně 10 minut, otázky jsou buď s výběrem odpovědi nebo otevřené.

Dotazník je určen pro ženy a dívky v každém věku, u kterých již proběhla menstruace, a které se závodně nebo rekreačně věnují běhu.

Otázky jsou zaměřené na Vaše zkušenosti s únavovou zlomeninou, informace o Vašem tréninku a menstruačním cyklu.

Dotazník je možné vyplnit nejpozději do: 30.4.2022

Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod číslem: 247/2021

Získaná data budou využita ke zpracování diplomové práce, případně dalšímu výzkumu na UK FTVS; budou zpracována, publikována a uchována v anonymní podobě a ochráněna před jiným užitím.

Pokud budete mít zájem seznámit se s výsledky studie, napište na adresu: [terka.mb@seznam.cz](mailto:terka.mb@seznam.cz).

Vyplněním a odevzdáním dotazníku potvrzujete, že dobrovolně souhlasíte se svojí účastí v této výzkumné studii, o které jste byl(a) informován(a), jakož i o právu odmítnout účast nebo svůj souhlas kdykoliv odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS.

Předem děkuji za Vaši ochotu při vyplnění dotazník.

### Příloha č. 3: Dotazník

1. Kolikrát se vyskytla únavová zlomenina?
  - Jednou**
  - Dvakrát**
  - Více než dvakrát (kolikrát)**
  
2. Na jakém místě došlo k únavové zlomenině?
  - Únavová zlomenina metatarzu**
  - Únavová zlomenina lýtkové kosti**
  - Únavová zlomenina holenní kosti**
  - Únavová zlomenina kyčelní kosti**
  - Únavová zlomenina patní kosti**
  - Únavová zlomenina stehenní kosti**
  
3. Jak se změnilo tréninkové zatížení v období, než k únavové zlomenině došlo?
  - Zvýšil se objem (počet naběhaných kilometrů, delší vzdálenosti)**
  - Zvýšila se intenzita (rychlejší tempa, rychleji běhané úseky atd.)**
  - Obojí – zvýšila se intenzita i objem**
  - Nedošlo ke změnám v tréninku**
  - Jiné změny v tréninku:.....**
  
4. Změnil se během období, kdy k únavové zlomenině došlo, nebo před vznikem únavové zlomeniny, menstruační cyklus?
  - Došlo k vynechání menstruace**
  - Menstruační cyklus se mi zpozdil**
  - Menstruační cyklus se mi nezměnil**
  - Nemám menstruaci dlouhodobě**
  - Užívám hormonální antikoncepci**
  - Jiné změny v cyklu:.....**
  
5. K jakým konkrétním změnám v menstruačním cyklu došlo?  
**Volná (konkrétní) odpověď': .....**

6. Jak se v období, než došlo k únavové zlomenině změnilo stravování?

- Přísun energie byl nižší**
- Žádné změny ve stravování**
- Konkrétní změny: .....**

7. Jak se změnila v období únavové zlomeniny regenerace organismu po zatížení (byla pocíťována větší únava, regenerace trvala déle, ...)?

- Regenerace byla pomalejší**
- Žádné změny v regeneraci**
- Jiné (konkrétní) změny v regeneraci**  
.....

8. Napiš svůj věk prosím

**Volná odpověď (číslo): .....**