



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Jiří Hons

**Analýza vlivu dlouhých letů na organismus**

Bakalářská práce

**2020**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K621** .....**Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Jiří Hons**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – PIL – Profesionální pilot**

Název tématu (česky): **Analýza vlivu dlouhých letů na organismus**

Název tématu (anglicky): Analysis of the Impact of Long Flights on the Organism

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analýza současného stavu v řešení dané problematiky se zaměřením na vliv pohybové aktivity na funkci organismu při dlouhých letech
- Specifikace možných krátkodobých a dlouhodobých zdravotních rizik
- Tvorba modelu behaviorality organismu při dlouhých letech na základě dostupných zdrojů
- Návrh přizpůsobení prostoru palubního místa, nutričních dávek a environmentálních charakteristik



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: SCURR, John H, et al. Frequency and prevention of symptomless deep-vein thrombosis in long-haul flights: a randomised trial.  
LEE, I-Min, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Bc. Vladimír Socha, Ph.D.**  
**Ing. Lenka Hanáková**

Datum zadání bakalářské práce: **19. října 2018**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **10. srpna 2020**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Jiří Hons  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 16. prosince 2019

## **Poděkování:**

Především bych chtěl poděkovat doc. Ing. Bc. Vladimíru Sochovi, Ph.D. a Ing. Lence Hanákové za odborné vedení této práce, podnětné rady a čas, který mi byli ochotni věnovat při řešení problémů a konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat Bc. Lianě Karapetjan za cenné rady, morální podporu a pomoc nejen při psaní této práce. Děkuji také celé své rodině, která mi umožnila studovat a od které se mi dostalo plné podpory během celého mého studia.

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, jež jsem zpracoval závěrem studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že předloženou práci jsem vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne:

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

ANALÝZA VLIVU DLOUHÝCH LETŮ NA ORGANISMUS

Bakalářská práce

srpen 2020

Jiří Hons

ABSTRAKT

Lety na dlouhé vzdálenosti jsou v současnosti již běžným jevem. Takovéto lety mohou ovšem i negativně ovlivňovat lidské zdraví. Cílem práce je najít a popsat vznik možných zdravotních problémů. Pomocí analýzy článků a studií se hledá souvislost mezi dlouhodobou nepohyblivostí cestujících během těchto letů a dopadem na lidský organismus. Z tohoto pak vyplývají tabulky, ve kterých jsou zaznamenány poznatky a závěry analyzovaných studií. Konečným výsledkem je zjištění, že pro negativní vliv dlouhých letů se musí u cestujících vyskytovat rizikové předpoklady.

Klíčová slova: syndrom ekonomické třídy, svalová únava, otoky dolních končetin, hluboká žilní trombóza, plicní embolie, bolest bederní části zad, dlouhé lety

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of transportation sciences

ANALYSIS OF THE IMPACT OF LONG FLIGHTS ON THE ORGANISM

Bachelor thesis

August 2020

Jiří Hons

ABSTRACT

Long-distance flights have become common at present. However, these flights can have a negative impact on the health of passengers. The aim of this work is to identify and describe the health problems arising from these types of flights. With the help of the analysis of articles and studies, we are trying to establish the connection between a long motionlessness of the passengers during such flights and its impact on their health. The charts that follow give the information and conclusions which we arrived at as a result of the analysed studies. Using the information available it is possible to deduce that the health condition of the passengers aboard long-distance flights can be affected if they have predispositions to develop particular health problems that have to do with flights like that.

Key words: economy class syndrome, muscle fatigue, swelling of the lower limbs, deep vein thrombosis, pulmonary embolism, low back pain, long-haul flights

## Obsah

Úvod .....	8
1 Analýza současného stavu .....	9
1.1 Kategorizace letů podle vzdálenosti .....	9
1.2 Nejdelší letecké „nonstop“ linky dle ortodromické vzdálenosti .....	9
1.3 Prostředí na palubě letadla .....	10
1.4 Nouzové situace během letu zapříčiněné zdravotní indispozicí .....	11
1.5 Mírné zdravotní indispozice způsobené dlouhým letem .....	13
1.5.1 Pásmová nemoc – „Jet lag“ .....	13
1.5.2 Kinetóza – „nemoc z pohybu“ .....	15
1.6 Zdravotní indispozice způsobené dlouhým sezením .....	15
1.6.1 Otoky dolních končetin .....	16
1.6.2 Trombóza hlubokých žil dolních končetin .....	16
1.6.3 Plicní embolie .....	19
1.6.4 Svalová únava .....	20
1.6.5 Bolest v bederní části zad .....	21
1.7 Limitace analýzy současného stavu .....	22
2 Metodika .....	24
2.1 Tvorba PRISMA diagramů .....	24
2.2 Stanovení klíčových slov .....	24
2.3 Interpretace výsledků .....	25
3 Výsledky .....	26
3.1 Otoky dolních končetin .....	26
3.2 Hluboká žilní trombóza a plicní embolie .....	30
3.3 Svalová únava .....	34
3.4 Bolest v bederní části zad .....	38
3.5 Model behaviorality organismu při dlouhých letech .....	41
4 Diskuze .....	42
5 Závěr .....	47
Seznam použité literatury .....	49
Seznam obrázků .....	58
Seznam tabulek .....	59

## Seznam použitých zkratek

**EASA** – European Union Aviation Safety Agency – Evropská agentura pro bezpečnost letectví

**IKEM** – Institut Klinické a Experimentální Medicíny

**WoS** – Web of Science

**IATA** – International Air Transport Association – Mezinárodní asociace leteckých dopravců

**BMI** – Body Mass Index – Index tělesné hmotnosti



## Úvod

V dnešním moderním globalizovaném světě se cestování pokládá za samozřejmost a pro mnohé z nás se tak létání stává už téměř rutinní záležitostí. Cestujeme z mnoha příčin, mezi něž patří třeba pracovní záležitosti, dovolená nebo shledání s rodinou. Požadavky, z pohledu cestujících, pro takovéto cestování jsou především rychlost, dostupnost, pro některé kvalita a úroveň služeb. Toto splňuje především letecká doprava, neboť spojuje dlouhé vzdálenosti v rekordním čase. Z toho důvodu letecké společnosti a letečtí výrobci začali přemýšlet, jak dopravit co nejvíce cestujících na daleké vzdálenosti. První doklady o takovémto smýšlení přináší vývoj modelu 747 společností Boeing na základě poptávky po velkokapacitních letadlech. Boeing právě tímto letadlem dokázal, že je možné přepravit veliké množství pasažérů na dlouhou vzdálenost. Po zmíněném Boeingu 747 můžeme o pár let později na nebi spatřit Lockheed L-1011 „TriStar“ nebo McDonnell Douglas DC10 a jiné.

Během času a s dalším vývojem letectví se začala konstrukce letadel měnit a ta se stávají menšími, mají větší dolet, ale přesto kapacita sedadel pro cestující zůstává stále velká. Na letecký trh pronikají nízkonákladové společnosti, které zavádějí model jedné, pouze ekonomické třídy.

V poslední době se doslova „roztrhl pytel“ s extrémně dlouhými lety bez mezipřistání, které trvají mnohdy až 18 hodin a trasa vede přes polovinu zeměkoule.

Z tohoto důvodu mě zajímalo, zda se někdo zabýval problematikou vlivu takto dlouhých letů na lidský organismus, zda to má nějaký vliv a pokud ano, jakým způsobem mohou takto dlouhé cesty organismus ovlivnit.

V této práci proto zkouším analyzovat zdravotní problémy, které jsou popsány v různých studiích a článcích. Cílem by tedy mělo být objasnění možných zdravotních obtíží a problémů, s nimiž se můžeme během takové cesty setkat, a tím eventuálně negativně ovlivnit naše zdraví.

# 1 Analýza současného stavu

## 1.1 Kategorizace letů podle vzdálenosti

- „Short-haul routes“ – Trasy na krátké vzdálenosti (méně než 3 hodiny)
- „Medium-haul routes“ – Trasy na střední vzdálenosti (3 – 6 hodin)
- „Long-haul routes“ – Trasy na dlouhé vzdálenosti (více než 6 hodin) [1]

Kategorizace letů podle vzdálenosti, případně dle trvání, není nikde pevně stanovena. Proto tyto pojmy letecké společnosti používají spíše orientačně a řídí se především geografickým rozložením kontinentu, ze kterého operují.

Například společnost Japan Airlines rozděluje lety pomocí geografie. Za lety na dlouhé vzdálenosti považuje všechny, jež létají do Evropy nebo Ameriky, všechny ostatní dělí jako trasy na krátké vzdálenosti. [2]

Další společností, která dělí lety podle kontinentů, je společnost Virgin Australia. Ta definovala „short-haul“ lety do destinací v jihovýchodní Asii nebo Pacifiku. Za mezinárodní „long-haul“ lety považuje destinace v Severní Americe, na Blízkém východě a v Evropě.[3]

V Evropě společnost AirFrance definovala „short-haul“ lety jako vnitrostátní dopravu uvnitř Francie, lety uvnitř Evropy, popřípadě do Severní Afriky, Karibiku nebo Izraele označila jako „medium-haul“, „long-haul“ jsou společností označovány všechny ostatní lety mimo Evropu. [4]

## 1.2 Nejdelší letecké „nonstop“ linky dle ortodromické vzdálenosti

S příchodem nových typů letadel, jejichž základním parametrem je především nízká spotřeba paliva, začaly aerolinky své trasy prodlužovat a rozšiřovat svoji nabídku takzvanými „nonstop“ lety bez mezipřistání. Mezi „průkopníky“ těchto letů můžeme řadit velké letecké společnosti - Singapore Airlines, Qantas, Qatar Airways, Emirates, United Airlines, Delta Air Lines. V několika případech jde o aerolinky, které jsou geograficky izolovány a musí tak pro spojení se světem překonat velké vzdálenosti. Proto se pro většinu nejdelších letů jedná o linky z letišť v Austrálii, na Blízkém východě nebo v Asii, což můžeme vidět v tabulce na další straně.

Za vůbec nejdelší let na světě je považována linka společnosti Singapore airlines „SQ21/SQ22“ spojující letiště Newark v New Jersey a letiště Changi v Singapuru (ortodromická vzdálenost mezi letišti je 15 345km). Let trvá přibližně 18 hodin 45 minut a je operován letadlem typu Airbus A350, který je pro tento let vybaven pouze sedadly business

class a premium economy class, jež se od běžných economy sedadel liší například tím, že disponují vyklápěcí opěrkou na nohy. [5]

Tabulka č. 1 - Tabulka nejdelších letů seřazené dle ortodromické vzdálenosti

Linka	Společnost	Ortodromická vzdálenost	Přibližná délka letu
Newark – Singapur [5]	Singapore Airlines	15 345 km	18h 45m
Auckland – Dauhá [7]	Qatar Airways	14 538km	17h 30m
Perth – Londýn [8]	Qantas	14 499km	17h 25m
Auckland – Dubaj [9]	Emirates	14 200km	17h 10m
Los Angeles – Singapur [6]	Singapore Airlines	14 114km	17h 10m

### 1.3 Prostředí na palubě letadla

Nejdůležitější část pro vytvoření ideálních podmínek na palubě letadla je přetlakování kabiny na hodnotu snesitelnou pro lidský organismus, v němž může přirozeně a volně fungovat. Jedná se o primární způsob ochrany cestujících před negativním vlivem vysoké nadmořské výšky, protože živý organismus je aerobní systém, a tak pro svoji správnou funkci potřebuje dostatečný parciální tlak kyslíku, který je definován jako hmotnost kyslíku na jednotku objemu.[9] Při nízkém parciálním tlaku se organismus okysličuje nedostatečně a dochází k hypoxické hypoxii, která vzniká při omezeném přísunu kyslíku z atmosférického vzduchu k červeným krvinkám (erytrocytům), jež slouží k přenosu kyslíku z plic. [10,11]

Dle certifikačních specifikací Evropské agentury pro bezpečnost letectví, CS25.841, maximální povolená hodnota tlakové výšky v kabině při nejvyšší provozní výšce letadla odpovídá 8000 stopám (2438m). Pro větší představu, výška zhruba odpovídá nejvyšší hoře Norska „Galdhøpiggen“. [11] Při běžných letových podmínkách je však kabina letadla přetlakována na přibližně 6000 stop (1800m), ve výškách do 2000 metrů je nasycení krve kyslíkem téměř normální, a tudíž by se neměly vyskytnout zdravotní problémy způsobené nedostatkem kyslíku. [12,10]

Dalším aspektem v prostředí letadla je kvalita vzduchu uvnitř letadla. Pro udržení požadovaného tlaku uvnitř kabiny letadla musí být okolní vzduch při průchodu pohonnou jednotkou stlačen, zahřán a těsně před vstupem do kabiny letadla upraven pro podmínky

požadované na palubě. Tento proces však vzduch vysouší a snižuje se jeho vlhkost. V dnešních moderních dopravních letadlech se v kabině letadla mísí 50% čerstvého vzduchu s 50% recirkulovaného vzduchu. [13]

Prostředí uvnitř kabiny letadla by mělo odpovídat přibližně 23°C. Pokud byl vzduch přiváděn zvenčí a poté zahřán na požadovanou teplotu v kabině, bylo dosaženo relativní vlhkosti 2%. Při použití recirkulačního systému vzduchu, který mísí venkovní vzduch a přefiltrovaný vzduch v kabině, relativní vlhkost v kabině letadla se může pohybovat mezi 5 – 15%. Nízká vlhkost může vést k vysychání kůže, sliznic, a tím může zapříčinit podráždění očí nebo svědění kůže. [14]

#### **1.4 Nouzové situace během letu zapříčiněné zdravotní indispozicí**

Mezi 1. lednem roku 2008 a 31. říjnem roku 2010 proběhla nejrozsáhlejší studie zabývající se zdravotními indispozicemi cestujících během letecké přepravy. Data jsou sesbírána ze záznamů hovorů do zdravotnického centra z pěti významných aerolinek, které poskytují lety na vnitrostátních i mezinárodních linkách a (během studie) dohromady představovaly 10% celosvětového provozu s cestujícími na palubě. Odhadem se při studii přepravilo 744 milionů pasažérů. V průběhu tohoto období bylo společnostmi provedeno celkem 7 198 118 letů, přičemž u 11 920 letů se zde vyskytla zdravotní indispozice.

Z hlediska nasbíraných dat dospěli zkoumající k zjištění, že na jeden milion pasažérů připadá 16 případů zdravotních potíží. A při provedených 7 198 118 letech se vyskytne zdravotní indispozice u každého 604. letu. [15]

V roce 2015 vychází studie, která analyzuje všechny případy zdravotních indispozicí u charterové letecké společnosti v letech 2011 – 2013. Společnost v průběhu sledovaného období přepravila 10 100 000 pasažérů a zaznamenala 1312 událostí, jež si vyžádaly lékařskou/odbornou pomoc. [16]

Další studie se zabývá analýzou případů asijských aerolinek mezi lety 2009 – 2013. Během tohoto období letecká společnost přepravila 115 048 721 pasažérů, přičemž u 2818 cestujících došlo ke zdravotnímu problému za letu. Ve výsledku na jeden milion cestujících připadá 24 zdravotních komplikací. [17]

V roce 2018 vznikl článek, který se zabývá studii souvisejícími se zdravotními incidenty za letu. Poskytuje přehled těchto studií, který poté zobrazuje výsledky studií v přehledné tabulce. V tomto shrnujícím článku jsou zahrnuty studie a články z období od 1. ledna 1990 do 2. července roku 2018. Celkem je zde zmíněno 14 studií, jež dohromady popisují 56 599 incidentů, při nichž nouzové přistání bylo ve 2515 případech. Po následném vyhodnocení se udává, že z celkového počtu zdravotních incidentů na palubě letadla si ve 4,4% případů

situace vyžadovala nouzové přistání na nejbližším vhodném letišti.

V práci je také zmiňováno, že ročně obchodní leteckou dopravu využívají přibližně 4 miliardy cestujících, což může znamenat, že pravděpodobnost vzniku zdravotních incidentů je (vyžadujících zásah proškoleného personálu) mezi 260 – 1420 denně. Výsledky této práce jsou shrnuty v následující tabulce: [18]

Tabulka č. 2 - Tabulka sledující počtu zdravotních indispozicí za letu [18]

<b>Pozorování</b>	<b>Počet zdravotních incidentů za letu</b>	<b>Počet zdravotních incidentů za letu s nutným odkloněním linky</b>
5 aerolinek, 34 měsíců	11 920	875
1 aerolinka, 108 měsíců	11 326	276
2 aerolinky, 60 měsíců	10 189	279
1 aerolinka, 60 měsíců	5 386	220
1 aerolinka, 60 měsíců	4 068	46
1 aerolinka, 36 měsíců	3 364	94
1 aerolinka, 48 měsíců	2 818	15
1 aerolinka, 12 měsíců	2 279	181
1 aerolinka, 72 měsíců	2 042	312
1 aerolinka, 36 měsíců	1 312	22
5 aerolinek, 12 měsíců	1 132	145
1 aerolinka, 120 měsíců	380	37
1 letiště, 12 měsíců	192	6
...	...	...

1 aerolinka, 12 měsíců	191	6
Celkem	56 599	2515

U většiny zdravotních incidentů, jež se stanou na palubě letadla, aerolinky nejsou předem obeznámeny se zdravotním stavem cestujících.

Jestliže chce cestující letět a má nějaké predispozice, které by mohly během letu gradovat a tím přivodit náhlé zhoršení zdravotního stavu cestujícího, je nutné, aby v předstihu před letem vyplnil formulář, který potvrzuje způsobilost k přepravě. Případně může stav být konzultován s lékařem i ze strany aerolinek a může tak dojít k posouzení, zda cestujícího přijmou do přepravy, nebo ne. [19]

Letecké společnosti ve většině případů vyžadují vyplněný formulář potvrzující způsobilost k přepravě (někdy se setkáváme s pojmem „Fit to fly“), pokud cestující prodělal nějakou z následujících chorob nebo úrazů: infarkt myokardu (v období 21 dní před letem), mozkovou mrtvici (v období 10 dnů před letem), porod (7 dní před letem), kesonovou nemoc, pneumotorax (v období 14 dní před letem), poranění hlavy (v období 14 dní před letem), zlomeninu (výjimku tvoří nekomplikované zlomeniny horních končetin a prstů horních končetin) nebo jakoukoliv vážnou nebo akutní infekční nemoc (včetně planých neštovic). Zdravotní formulář musí být vyplněn, jestliže cestující potřebuje nosítka, nedokáže-li sedět vzpřímeně nebo například trpí těžkou duševní chorobou a musí cestovat s doprovodem, který sedí na vedlejším sedadle. [20]

## **1.5 Mírné zdravotní indispozice způsobené dlouhým letem**

### **1.5.1 Pásmová nemoc – „Jet lag“**

Při cestování letadlem mezi kontinenty jsme většinou cestující nuceni překročit několik časových pásem, například při letu z Prahy do New Yorku jich překročíme 6.

S pásmovou nemocí nejsou spojené žádné dlouhodobé či závažné zdravotní problémy. Spíše než o nemoc se jedná o dočasné zdravotní obtíže. Mezi projevy, po překročení několika časových pásem, patří ospalost, únava, pocit hladu a trávicí potíže, za něž může narušení biologického rytmu.

Biologický rytmus je spjatý se střídáním dne, noci a také se střídáním ročního období. Přivyknutí organismu na nový denní režim může trvat několik dní, ba i týdnů. Lidský organismus se lépe vyrovnává s letem na západ, protože z pohledu biologického rytmu přirozeně přijímá delší den. Uvádí se, že organismus se při letech na západ na nový denní režim adaptuje až o polovinu rychleji než při přelétávání časových pásem na východ. [21]

Lidský organismus však nejlépe snáší lety ze severu na jih a naopak. Nedochází totiž k tak výraznému přelétání časových pásem, a tudíž se neobjevují ani příznaky pásmové nemoci.

Lidské tělo má vnitřní tělesné hodiny, které jsou neustále upravovány, protože jinak by vnitřní (tělní) denní cyklus měl více než 24 hodin. Úpravy, jež mají vliv na synchronizaci tělesných hodin, se nazývají Zeitgeber (časovač, synchronizátor), ten využívá především střídání dne/noci, stravovacího režimu a aktivity.

Na tělesné teplotě lze pozorovat cyklus, který byl použit při světelných experimentech, kdy se využilo jasných přímo mířených světelných pulsů, bezprostředně po dosažení tělesné teploty, což mělo za důsledek fázový posun. Pulsy, které byly vypuštěny těsně před dosažením tělesné teploty, naopak zapříčinily fázové opoždění v cyklu. Slabé světelné pulzy (například domácí osvětlení) ovlivňují také denní rytmus a mohou zapříčinit i hodinový posun za jeden den. Vytvoření umělých cyklů, při střídání světla a tmy, by se dalo využít jako synchronizátorů.

Dalším významným článkem v procesu tělesných hodin a přirozeného cyklu je uvolňování hormonu melatonin, který se do těla uvolňuje právě ve večerních hodinách na podporu spánku (v některých odborných člancích můžeme nalézt, že se nazývá též „hormon spánku“). Při běžném režimu se melatonin začíná vylučovat do organismu přibližně ve 21 hodin a jeho vylučování se tlumí přibližně kolem 8. hodiny ránní. Může tedy ovlivňovat různé fáze vnitřních tělesných hodin.

Posouvání biologických hodin pomocí podávání melatoninu je opačné nežli při použití světelných impulzů. Pokud melatonin podáme v odpoledních hodinách, tělesné hodiny se posunou směrem dopředu. Jestliže ale podáváme melatonin v brzkých ranních hodinách, organismus má sklony posouvat své hodiny směrem dozadu (zpoždovat je). Přirozený cyklus světla (den/noc) ovlivňuje vylučování melatoninu. Světlo totiž vylučování melatoninu potlačuje, což vysvětluje, proč se melatonin začíná do organismu uvolňovat večer a ráno ustupuje. Když se jasné světlo vyskytne těsně po dosažení tělesného minima, posunuje tělesné hodiny dopředu, ale zároveň začne utlumovat uvolňování melatoninu. [22]

S pásmovou nemocí se při cestování po zeměpisných délkách a tím i při překročení několika časových pásem budeme setkávat stále. Existuje několik metod, jak „bojovat“ s pásmovou nemocí. Snížením počtu překročení časových pásem, zmírněním příznaků pásmové nemoci nebo přizpůsobením organismu na nový denní režim, nicméně přizpůsobení se novému režimu je doporučeno pouze v případě, kdy se člověk v destinaci zdrží déle. Pokud se jedná o pouhou návštěvu na pár dní, přizpůsobení se nedoporučuje.

Jestliže cestujeme za účelem pracovních výkonů, je lepší podnikat tyto cesty v předstihu několika dní, aby se příznaky pásmové nemoci snížily a tím pádem člověk nebyl ovlivněn posunem času.

Při překročení devíti a více časových pásem a následovném pětidenním odpočinku po přistání bylo výsledkem výrazné snížení příznaků nemoci.

Mezi další návrhy, jak omezit pásmovou nemoc, patří rozdělení početného překročení časových pásem na několik úseků, například mezipřistáním a dnem odpočinku uprostřed cesty.

Měli bychom se také vyvarovat požívání kávy, kofeinových nápojů a alkoholu, které negativně působí na centrální nervovou soustavu a mohou být později zdrojem potíží při přizpůsobení se novému režimu.

Během letu by měl být zajištěný dostatečný spánek, aby lidský organismus nebyl po přistání, kdy je pravděpodobnost stresových událostí největší, příliš unavený. Důraz je kladen taktéž na krátké a lehké „zdřímnutí“, díky kterému si organismus nejvíce odpočine. Pokud však uvedeme organismus do spánku v době, kdy nastává cirkadiánní útlum, na který jsme zvyklí (časové pásmo odletu), musíme počítat s upevněním stávajícího denního cyklu a následně pak i s horším adaptováním na nový režim po přistání. [22]

### **1.5.2 Kinetóza – „nemoc z pohybu“**

Nemoc z pohybu, neboli kinetóza, je projevoována u člověka již od dob mořeplavectví. Nemoc byla popularizována až během 2. světové války, kdy se projevovala především při plavbě lodí a při letech letadly. Nemoc se vyznačuje zejména nevolností lidského organismu – bledým výrazem ve tváři, pocením, neklidným žaludkem a zvracením. Tento tíživý stav je výsledkem pocitu, kdy cestující fyzicky sedí, je v klidu, ale vestibulárním aparátem jsou vnímány změny polohy.

Z provedených testů je zřejmé, že lidský organismus je schopný postupně se adaptovat na nepřírozené prostředí a časem může potlačit různé příznaky spojené s touto nemocí. Při studiích bylo také zjištěno, že podmínky pro vznik nemoci jsou u každého odlišné, neboť každý jednotlivec má jiné vnímání a nemoc se nemusí projevovat hned, ale až s odstupem času (v závislosti na délce letu). [23]

S kinetózou se můžeme spíše než u dospělých setkávat u dětí nebo dospívajících. Dospělí si totiž postupem času vybudují k takovým obtížím návyk a příznaky mohou odeznít úplně. U dospělých můžeme pozorovat zvýšený výskyt kinetózy například u lidí, kteří trpí migrénami.[24]

## **1.6 Zdravotní indispozice způsobené dlouhým sezením**

Lidský organismus je zvyklý na volný pohyb a s ním i spojený dostatečný, volný prostor. Bohužel, pokud cestujeme v dopravním prostředku, který je určen pro několik stovek lidí, jsou takovéto podmínky takřka nesplnitelné. Při takovémto typu cestování, kdy jsme nutni vydržet ve stísněném prostoru, mohou nastat zdravotní potíže mnohdy i se závažným



průběhem. Potíže, které jsou spojené s delší dobou sezení (nad 4 hodiny), jsou uvedeny v tabulce č. 3. [25]

Tabulka č. 3 - Tabulka s možnými potížemi způsobené dlouhou dobou sezení

<b>Možné zdravotní potíže způsobené dlouhým sezením</b>
Otoky dolních končetin [26]
Hluboká žilní trombóza [26]
Plicní embolie [26]
Svalová únava [27]
Bolest ve spodní části zad [28]

### **1.6.1 Otoky dolních končetin**

K obtížím, které jsou způsobené příliš dlouhou dobou v poloze vsedě, ve stísněných prostorách, s absencí pohybu, můžeme řadit otoky nebo bolesti dolních končetin, jež se mohou vyskytnout i u zdravých jedinců. [29]

Otoky dolních končetin jsou zapříčiněny narušením hemodynamiky (proudění krve) v dolních končetinách, což je způsobeno sezením ve stísněném prostoru (například v dopravních prostředcích). [30]

Při sezení dochází ke zvýšení žilního tlaku v žilách, čehož následkem je průtok tekutiny kapilární membránou do mezibuněčného prostoru, a to způsobuje otékání končetin. Stlačení stehna brání žilnímu návratu a díky roztažnosti stěn žil dochází k vyplňování končetin žilami, což se výrazněji projevuje u dámského pohlaví. Při dlouhodobém sezení je tedy velice vhodné dát si krátkou přestávku, například chůzí, protože právě při chození klesá žilní tlak v dolních končetinách.

Pokud sedíme, je vhodné použít sedadlo, které jde sklopit, abychom předešli kompresi stehna a tím bránili plynulému žilnímu průtoku krve. [31]

### **1.6.2 Trombóza hlubokých žil dolních končetin**

Příčinou hluboké žilní trombózy (flebotrombózy) je ve většině případů porucha toku žilní krve. Při sezení se totiž opíráme nad úroveň kolen o hranu sedadla, což přináší „zploštění“

některých cév a žil, jež může vést k narušení přirozeného toku krve. Krev se tak nestihne dostatečně rychle „vyměnit“ a dochází k hemokoncentraci. Pokud krev špatně proudí, dochází k porušení vnitřní výstelky cév (tzv. endotelu), čímž je podpořena tvorba trombů. Mezi další „spouštěče“ můžeme ještě řadit například zvýšenou srážlivost krve (tzv. hyperkoagulabilitu). [32]

Hluboká žilní trombóza sama o sobě není nebezpečná, život ohrožující se stává tehdy, když se tromba uvolní a způsobí plicní embolii. [19]

Kromě vzniku života ohrožující plicní embolie může také způsobit i významné dlouhodobé následky, například chronickou žilní nedostatečnost, kde hlavní příčinou je špatný odtok krve z končetiny, jež je výsledkem ochabnutí žilní stěny .

Roční výskyt flebotrombózy je vyzorován mezi 50 – 160 případy na 100 000 obyvatel. Udává se, že stále není jisté, zda je věk sám o sobě rizikovým faktorem nebo zda se s rostoucím věkem projevují různé jiné nemoci, které by mohly v kombinaci s věkem vytvořit rizikový faktor. Mezi jiné příčiny vzniku této nemoci patří například snížená pohyblivost, pooperační stavy (zejména po ortopedických zákrocích) či takzvaná cestovní flebotrombóza (též můžeme užívat i pojem syndrom ekonomické třídy), kdy odhady tvrdí, že tvoří přibližně 9% všech flebotrombóz. [33] Žilní trombóza ekonomické třídy může vzniknout při dlouhotrvajícím sedu ve stísněných prostorech letadel na cestě delších než 5000km. Dojde zde ke svalové kontrakci a tím k omezení čepací funkce lýtky. [34]

Při vzniku žilní trombózy dochází k následujícím změnám: poškození žilní stěny, zpomalení toku krve, kdy se krev hromadí v končetině, změna koagulačních faktorů krve – dochází k hyperkoagulaci a poškození žilní stěny.

Příklady příčin vzniku nemoci jsou zmíněny výše, vše začíná zpomalením žilního toku krve, proto k flebotrombóze může dojít v důsledku delší cesty dopravním prostředkem. Při poškození žilní stěny narušený endotel zapříčiní aktivaci trombocytů (krevních destiček) a koagulačních faktorů.

Flebotrombóza se projevuje bolestí v dolní končetině, bolest se může dostavit při došlápnutí nebo v závažnějších případech i v klidovém stavu. Při zvednutí dolních končetin může nastat mírná úleva, způsobena zlepšením žilního návratu. Mezi další projevy flebotrombózy náleží otok končetiny nebo například cyanotické zbarvení, které může být nepatrné, avšak zároveň může zapříčinit i výrazné namodralé zbarvení končetiny (obrázek č. 1). [33]



obrázek č. 1 - Akutní flebotrombóza levé dolní končetiny [33]

Tabulka č. 4 - Klinické stavy a jejich možný rizikový efekt ve vývoji žilní trombózy [35]

<b>Žilní stáza</b>	<b>Poškozená žilní stěna</b>	<b>Porucha koagulace</b>
koagulace	traumatizace	těhotenství
hyperkoagulační stav	křečové žíly	perorální antikoncepce
imobilizace	posttrombotický syndrom	zhoubné nádory
obrna končetin	infekce	obezita
sádrová fixace	popálení	nefrotický syndrom
pooperační stav	chirurgický zákrok	antikardiolipinový syndrom
dlouhé cestování	zánět	

John Homans se ve své práci zabývá příčinami vzniku hluboké žilní trombózy, kdy udává příklady případů hluboké žilní trombózy. V pěti jím popsaných příkladech se jedná o případy, kdy „pacienti“ absolvovali dlouhou cestu v dopravním prostředku (letadlo, auto, autobus) nebo v jednom z případů šlo o sezení v divadle. Ve většině případů se jednalo o lidi v pokročilejším věku (přes 50 let), ale zmiňuje se i případ 19 leté dívky.

U všech případů přisuzuje obtíže právě dlouhodobému sezení, které může vyvolat rychlou tvorbu trombů v hlubokých žilách. Ve všech případech uvádí jako příznak oteklé končetiny, mnohdy zbarvené a na dotek citlivé. [36]

Studie z roku 2007 se zabývá účinností cvičení vzhledem k průtoku krve v dolních končetinách. 21 zdravých jedinců bylo rozděleno pro vykonávání různých aktivit v průběhu 9 týdnů.

V prvních třech týdnech zkoumali vědci vliv při nulové aktivitě při sezení. Ve zbylých 6 týdnech naopak prováděli doporučená cvičení (která doporučují letecké společnosti) k zprůchodnění průtoku krve. Během fáze, kdy nebyl povolený pohyb, se průtok krve v dolních končetinách zmenšil přibližně o 40%. Pokud však prováděli doporučená cvičení, byl průtok krve v dolních končetinách vyšší. [37]

Za účelem pozorování nízké pohyblivosti a vzniku žilní trombózy bylo sledováno 493 lidí, kteří poprvé prodělali žilní trombózu, neměli pro její vznik předpoklady (rodinná anamnéza žilní trombózy, rakovina, infekce a chronická zánětlivá onemocnění).

Pozorovaní se rozdělili do tří skupin. Ti, kteří sedí denně 8 hodin, z toho 3 hodiny v kuse. Ti, kteří sedí 10 hodin, z toho 2 hodiny v kuse, a ti, kteří sedí 12 hodin denně, z toho 1 hodinu v kuse. Následným vyhodnocením dat bylo zjištěno, že trombózu u většiny způsobila dědičnost, kouření nebo přítomnost křečových žil. [32]

### **1.6.3 Plicní embolie**

Plicní embolie je definována jako ucpání plicních tepen. Ve většině případů je ucpání zapříčiněno uvolněním sraženiny z hlubokých žil dolních končetin. Avšak neprůchodnost plicních tepen může způsobit třeba i nádor, tuk či vzduchové bubliny. Mezi rizikové faktory většinou patří pooperační stav, těhotenství, přítomnost zhoubných nádorů a vysoký věk. Diagnostikování plicní embolie může být obtížné, protože nemá specifické příznaky. Uvádí se, že mezi nejčastější příznaky patří bolest na hrudi a dušnost v klidovém stavu. Mezi příznaky se uvádí také i vykašlávání krve. [38] Mnohdy jsou právě takovéto příznaky předzvěstí náhlého kolapsu, který má za příčinu právě plicní embolie. [39]

Uvádí se, že v evropských zemích odhadem ročně připadá až 1 plicní embolie na 1000 obyvatel. Tento odhad může být ale daleko vyšší, neboť díky těžké diagnóze většina případů plicní embolie není zachycena. Úmrtnost je přibližně 30%, avšak při správné léčbě se tato hodnota snižuje na 2 – 8%. Zdrojem embolie v plicnici bývá především hluboká žilní trombóza dolních končetin. Příčiny, proč dochází k nestabilitě trombu a následnému odtržení od žilní stěny, ke které by měl být pevně přilnutý, nejsou známy. Nejčastěji je odtržení způsobeno mechanickým tlakem v žilním řečišti – při vylučování, rychlém postavení ze sedu, kašli a jiných činnostech způsobujících zvýšení tlaku v žilním řečišti. [34]

Závažnost plicní embolie je závislá na velikosti plicní cévní obstrukce, kterou vyvolala embolie, a zároveň na předchozím stavu plic a srdce. Jestliže postižená osoba neprodělala

již dříve nějaké plicní a srdeční onemocnění, aby vznikla plicní hypertenze, musela by být vyvolána 50% obstrukce plicního cévního řečiště. Při již prodělané kardiacké nebo plicní nemoci k vyvolání hypertenze stačí vyvolání menší obstrukce.

Diagnóza plicní embolie je sama o sobě obtížná a rozpoznání akutní plicní embolie je nejhůře rozpoznatelným srdečním onemocněním. Správnost diagnózy klesá s věkem, ovšem pokud je zde i výskyt hluboké žilní trombózy, správnost diagnózy stoupá.

Nejčastějším příznakem bývá náhlá, popřípadě náhle zhoršená klidová dušnost. Méně častou příčinou je bolest na hrudi nebo vykašlávání krve. Z desetiletého průzkumu pozorování známek akutní plicní embolie u koronární jednotky IKEM plyne, že v 86,2% byla příznakem náhle vzniklá dušnost, v 8,6% případech se jednalo o náhle zhoršenou dušnost. Druhým nejčastějším příznakem byla bolest na hrudi, která se vyskytla u 51,7% nemocných. Ve 34,5% se jednalo o synkopu (krátkodobou ztrátu vědomí v důsledku neokysličení mozku) a hemoptýza (vykašlávání krve) se projevila u 13,8% pacientů. V 8,6% byla trojí kombinace příznaků – dušnost, bolest na hrudi a hemoptýza. Průvodcem plicní embolie může být třeba i zrychlený tep nebo zrychlené dýchání. [35]

Rizikové faktory, spjaté s delší dobou cestování (konkrétně nad 6 hodin), jsou společné s faktory u hluboké žilní trombózy. Sem patří již prodělaná tromboembolická nemoc, podstoupená operace, nádorové onemocnění, těhotenství, zvýšený věk, omezený pohyb, obezita a porucha ve smyslu srážlivosti krve či kouření.

Jako doporučení pro prevenci před potížemi se doporučuje vybírat si sedadlo spíše směrem do uličky umožňující pohyb nohou, aby docházelo k proudění krve. [40]

#### **1.6.4 Svalová únava**

Svaly jsou schopné pohlit nejvíce fyzické síly, která na tělo působí. Silné svaly jsou schopny kompenzovat klouby, kdy jejich vnitřní části nejsou v pořádku. S rostoucím věkem svaly ztrácejí vodu, ohebnost, a tak jsou náchylné ke zraněním. Pokud člověk nevyvíjí dostatek aktivity, po 40. roku věku klesá jeho svalová hmota o jedno procento ročně. S věkem se celému tělu snižuje výkonnost a výdrž, avšak u svalů tomu tak není, protože když sval ochabne, můžeme ho postupným cvičením znovu dostat do formy. Svaly jsou využívány především k pohybu těla a zároveň k ochraně kloubů.

Únava svalů vzniká při vyčerpání při snaze o stabilizaci nestabilní konstrukce. Když dlouho sedíme, svaly páteře slábnou, stahují se a způsobují bolest, z důvodu špatného držení těla a působením gravitačních sil.

Ve spodní části zad je svalový komplex, který stabilizuje záda. Tento svalový komplex zad je ovlivňován všemi svaly, jež se nacházejí v dolní části trupu a kyčlí. Nerovnováha mezi těmito svaly nebo jejich omezení vyvíjí tlak na zádové svaly, a tak může mít nepříznivý vliv na držení těla. [41]

Při sezení namáháme převážně svaly, jež se časem unaví, a sezení se tak stává nepříjemným.

Svaly nemohou poté poskytovat dostatečnou oporu kloubům a páteři, což může zapříčinit i úraz pohybového aparátu. Příčinou dlouhého sezení je i svalová nerovnováha, vedoucí ke zkrácení nebo přetížení horních částí trapézových svalů, zdvihačů lopatek a prsních svalů. V dolní části končetin dochází ke zkrácení svalů na zadní straně stehen nebo také k ochabnutí břišních a hýžďových svalů. [42]

Svaly mohou být tuhé a mít sníženou elasticitu, mohou mít menší rozsah pohybu trupu, což může způsobit obtíže s dýcháním.[27] Dochází též k nesprávnému dýchání, jehož výsledkem je omezení břišního dýchání a činnost bránice. To je poté nahrazeno méně výkonnými hrudními a krčními svaly.[42]

Statické držení těla může způsobit chronické svalové napětí, zánět šlach nebo kloubů, což může vést k nemoci páteře. Jedním z faktorů, kdy dochází ke svalovému napětí, je svalová únava, která je definována jako přechodná neschopnost svalů pokračovat ve svém výkonu a je způsobena předchozí aktivitou. Únava svalů závisí na délce a intenzitě činnosti.[43]

Na základě svalové únavy byl vytvořen prototyp sedadla, který byl uzpůsoben tak, aby udržel správné držení těla bez velké svalové námahy. Sedací plocha byla sklopená, vybavena nafukovacím bederním polštářem a omezujícími ramenními popruhy kolem hrudníku, aby nedocházelo k ohýbání trupu dopředu. Tvorba sedadla byla řízena třemi základními otázkami:

Zda existuje významné snížení svalové aktivity, zda je zde ochrana správného držení těla a zda uživatel pozoruje významné zlepšení při sedu.

Výzkum prováděný na základě vytvoření prototypu byl vytvořen především ke sledování snížení svalové aktivity pro udržení přímého držení těla. Každému z účastníků byla měřena svalová aktivita nejdříve při přirozeném přímém držení těla a potom při využití podpůrného sedadla. Po analýze výsledků svalové aktivity výzkumníci dospěli k závěru, že při použití prototypu byla svalová námaha menší. Analýza svalové skupiny ukázala vyváženější namáhání trupu. Ve čtyřech případech se u zkoumaných účastníků vyskytly příliš vysoké rozdíly mezi hodnotami, avšak rozdíly jsou přisuzovány svalové únavě nebo stresu před účastí ve studii. [44]

### **1.6.5 Bolest v bederní části zad**

Bolest v oblasti zad, především v části bederní páteře, je většinou pozorována u lidí, kteří vykonávají svoji práci v poloze vsedě po dobu několika hodin. Právě sedavý způsob života může za většinu případů bolesti zad. Bolest v bederní části zad je celosvětovým problémem,

s nímž je možno se setkat i u mladších osob.[45]

Jedním z faktorů způsobující bolest může být nedostatečná výživa meziobratlových plotének, jež je způsobena právě nedostatečným pohybem páteře. [46]

Během sledování pracovníků v kanceláři bylo vyzorováno, že i u zdravých lidí se dostavuje pocit nepohodlí zhruba po 20 minutách sezení. Pracovníci totiž po 20 minutách zaujmají propadlou polohu sedu, což může být následkem bolesti spodní části zad. [47]

Analýza, která se zabývá články a literaturou ohledně delší doby sezení a zároveň v porovnání s ostatními činnostmi, nepodporuje názor, že dlouhodobé sezení v pracovní době tvoří rizikový faktor pro vznik bolesti spodní části zad. [48]

Specifikace bolesti dolní části zad je těžko specifikovatelná, protože v této části těla se objevuje mnoho částí, z nichž může bolest pramenit. Základní bolest této části zad, která je způsobena mechanicky, ve většině případů odezní téměř bez zásahu do 8 týdnů sama. Fazetový syndrom (bolest v bederně-křížové oblasti) tvoří 15 – 20% případů. Bolest je způsobena stlačením takzvaných fazetových kloubů (zajišťují spojení obratlů páteře). Bolest bývá popisována jako ostrá bolest, jež může sahat až k hýždím nebo stehnu. [49] Delší doba sezení má větší šanci na poškození páteře, protože je zvýšený intradiskální tlak mezi obratly a také dochází ke zploštění bederní křivky páteře. [50]

U lidí, kteří vykonávají kancelářskou činnost, může být příčinou bolesti právě dlouhá doba v poloze vsedě. To poté vede k sezení ve špatné poloze a vytváří tak nerovnováhu mezi zapojením různých zádových svalů. Bolest spodní části zad může postihnout i zdravé jedince, pakliže sedí dlouhodobě ve špatné poloze s nemožností pohybu. [45]

Bolest v bederní části páteře je následkem snížené flexibility svalů (zejména svalů zadní části stehen) a ochablým postavením trupu.

Mezi další rizikové faktory způsobující bolest bederní páteře se přisuzuje kouření. Kouření totiž může způsobovat právě snížení hustoty minerálů v kostech bederní páteře a tím poté může docházet k problémům v oblasti meziobratlových plotének. [51]

V některých případech bolest bederní páteře vede až k úzkostem a depresím, jež vyžadují lékařskou medikaci. [52]

## **1.7 Limitace analýzy současného stavu**

Analýza současného stavu z hlediska problematiky vlivu dlouhých letů na organismus je značně komplikovaná. Nejzávažnějším problémem při analýze současného stavu je ten, že se k této problematice vztahuje poměrně málo provedených výzkumů a studií. Ve většině

případů existují studie, které mnohdy ani nesimulují prostředí uvnitř kabiny letadla.

Nenašel jsem žádnou studii, která by například sledovala hodnoty lidského organismu po celou dobu letu, a tak by vznikl nějaký obecný závěr, jak se lidský organismus chová po dobu dlouhého letu. Z tohoto důvodu bylo nutné najít v mnohých případech souvislosti napříč různými obory a tématy, které by mohly být spojovány s řešenou problematikou, a následně získané poznatky nebo informace zakomponovat do této analýzy.



## 2 Metodika

### 2.1 Tvorba PRISMA diagramů

Pro zpracování této práce je základem analyzování článků, zbývajících se problematikou dlouhodobého sezení a jeho možným negativním vlivem na lidský organismus. Články jsou vyhledávány v databázi Scopus nebo Web of Science pomocí klíčových slov. Postupným analyzováním článků jsou některé vyřazeny pro svoji nepoužitelnost (jazyková bariéra, nesprávné odvětví, zabývání se jiné než požadované problematiky) nebo například duplicitu napříč těmito databázemi. Po vyřazení nevhodných a nepoužitelných článků pracujeme pouze s těmi vhodnými. Výstup z takovéto analýzy je poté v podobě takzvaného PRISMA diagramu, v němž je jasně viditelný postup vyřazování těchto článků.

Zdravotní komplikace, které mohou nastat při dlouhodobém sezení, jsou rozebrány v předchozí kapitole. Na základě těchto poznatků můžeme aplikovat výše uvedený postup, na základě kterého vytvoříme diagram, který nám ucelí přehled o provedeném postupu.

### 2.2 Stanovení klíčových slov

Pro vyhledání vhodných článků musíme stanovit klíčová slova, podle nichž bude databáze dohledávat články, které tato klíčová slova obsahují, a tak by měly být pro tuto práci použitelné.

Pokud tedy chceme najít adekvátní články, jež budou pro tuto práci vhodné, musíme nejdříve vymyslet, klíčová slova, která nejlépe specifikují požadované informace.

Tabulka ohledně specifikace zdravotních potíží způsobené dlouhým sezením nám udává jako možné potíže otoky dolních končetin, hlubokou žilní trombózu s plicní embolií, svalovou únavu a bolest v oblasti bederní části zad. Pro tyto specifikace bylo tedy nutno najít klíčová slova, která se následně musela převést do anglického jazyka z toho důvodu, že výše zmíněné databáze jsou v anglicky situovaném jazyce. V následující tabulce jsou shrnuta klíčová slova pro vyhledávání článků:

Tabulka č. 5 - Tabulka s klíčovými slovy pro vyhledání článků

Zdravotní potíž	Zadaná klíčová slova do vyhledávače
Otok dolních končetin	leg, swelling, sitting
Hluboká žilní trombóza a Plicní embolie	deep vein thrombosis, pulmonary embolism, travel
Svalová únava	muscle fatigue, prolonged sitting
Bolest v bederní části zad	low back pain, prolonged sitting

## **2.3 Interpretace výsledků**

Po analýze článků pak dospějeme k výsledku, jaké obtíže mohou při absolvování dlouhé doby v sedavé poloze nastat. Jak je již zmíněno výše, výstupem by měl být PRISMA diagram, který by měl zobrazit, kolik článků je vhodných pro použití v této práci.

Na základě analyzovaných článků budou vytvořeny tabulky, z nichž by mělo být vyplývat, s jakými problémy se cestující potýkají a kolik lidí se s nějakým z nich setkalo.

Díky těmto informacím si můžeme představit, jak asi lidský organismus na takovýto typ cestování reaguje a jaké rizikové faktory mohou zapříčinit takovéto stavy. Získaná data z tabulek můžeme poté porovnat s počtem cestujících přepravených v roce 2018 z výroční zprávy mezinárodní organizace IATA během roku. Tímto porovnáním si poté vytvoříme představu, kolik takových obtíží se může u cestujících během jednoho roku v letecké dopravě vyskytnout.

## 3 Výsledky

### 3.1 Otoky dolních končetin

Za účelem zjištění spojitosti mezi dlouhodobým sezením a vznikem otoků dolních končetin byla do vyhledávače databází WoS a Scopus zadána tři klíčová slova: leg, swelling, sitting. Celkem toto spojení klíčových slov splňovalo 109 článků. Po selekci článků, která je podrobně znázorněna v PRISMA diagramu (obrázek č. 2), bylo pouze u devíti článků možné získat nějaké hodnoty a podstatné informace. Články jsou rozebrané a níže můžeme najít podstatné informace z nich vyplývající. Hodnoty, které bývají výsledkem zmíněných studií, jsou poté zapsány v příslušné tabulce, z níž můžeme vyčíst, jak rychle se hromadí tekutiny v dolních končetinách a tím mohou způsobit jejich otok.

V roce 1969 studie sledovala chování dolní končetiny při sezení. Bylo sledováno 22 účastníků ve věku 17 – 35 let. Měření se provádělo po dobu dvou hodin dopoledne a odpoledne. Zjištěním se dospělo k závěru, že dopoledne tekutina přibývala v končetinách rychleji než odpoledne. V dopoledních hodinách byl přírůstek 0,45ml za minutu, kdežto odpoledne byl přírůstek pouze 0,35 ml za minutu. [53]

V roce 1981 bylo provedeno měření u třech zdravých žen, jež mají sedavé zaměstnání v kanceláři. Winkel sledoval jejich 8 hodinovou směnu, kdy měly hodinovou přestávku na oběd a 15 minutovou pauzu na svačinu dopoledne a odpoledne. Objem nohou u nich byl změřen ráno před výkonem zaměstnání a po něm. Po měření se došlo k závěru, že objem končetiny byl ke konci dne větší o 3,4 – 5,5%, a tak byl za 8 hodinovou směnu přírůstek přibližně 0,15 – 0,17 ml za minutu. [54]

V roce 1986 Jorgen Winkel vypracoval studii, která sleduje 7 dobrovolnic, jež vykonávají sedavé zaměstnání po dobu 8 hodin. Dobrovolnice 12 hodin před započítáním testování musely konzumovat pouze předepsané množství jídla a pití, aby se nevytvořil značný rozdíl při tvorbě otoků. Celkem byly sledovány 3 dny, přičemž každým dnem se zkoumal jiný způsob sezení. První den byl studovaný sed bez jakéhokoliv pohybu, vyjma dvou 15 minutových přestávek a jedné delší přestávky na oběd. Další dva dny byl na dobrovolnicích vyžadován pohyb.

V případě neaktivního sezení končetina otékala nejvíce v dopoledních hodinách, po 30 minutové pauze na oběd (kdy sledované mohly dojít na místo, kde jedly) se otékání končetin výrazně redukovalo. Po analýze výsledků a vyhodnocení se dospělo k závěru, že při neaktivním sezení dopoledne přibývalo v končetinách 0,12 ml tekutiny za minutu, po obědové pauze již bylo přibývání tekutiny menší, a sice 0,07 ml za minutu, což autoři považují za mírný otok. [55]

Kvůli zjištění rozdílů mezi neaktivní a aktivní končetinou bylo vybráno 6 dobrovolníků (žen) bez předchozích zdravotních potíží, kteří seděli po dobu 8 hodin. Každý účastník měl jednu nohu znehybněnou a druhou mohl volně hýbat. Měření se provádělo po dobu dvou dní nejdříve při tlaku na hladině moře (750 mmHg) a poté při sníženém barometrickém tlaku (540 mmHg).

Po vyhodnocení dat bylo zjištěno, že nepohybující se noha má zvětšený objem tekutin o 5,7% kdežto pohybující se noha zvětšila svůj objem tekutin o 2,7%. V porovnání s výsledky s měření v prostředí o sníženém tlaku nenachází autoři téměř žádné odchylky a hodnoty byly stejné jako při měření předchozím.

Otoky tedy úplně zabránit nelze, ale lze ho alespoň částečně snížit pomocí menších pohybů nohou nebo menších cviků. [29]

Pro sledování toku tekutin do a z dolních končetin během sezení bez pohybu bylo v roce 1996 pozorováno 12 účastníků ve věku 23 – 25 let. Sledování trvalo 60 minut, během něhož se 2x změřil objem nohy pro porovnání. Po 30 minutách od zahájení byl objem zvětšen o 6,9% a po hodině se objem nohy zvětšil o 9,7%. Ve studii je zmíněno porovnání s měření v stoje, při kterém jsou otoky menší. Po 30 minutách 3,7% a po hodině 5,8%. [56]

V roce 2000 byla vypracována studie, zabývající se osmi účastníky ve věku 21 – 48 let. Pro pozorování byla vybrána klasická kancelářská židle, která neumožňovala polohovat opěradlo, a tak se nemohli účastníci nějakým způsobem zaklonit. U účastníků se sledovala změna objemu dolní končetiny. Na konci třicetiminutového pozorování vědci dospěli k závěru, že došlo ke zvýšení objemu dolní končetiny o 1,2%. [57]

Za zjištěním přírůstku v objemu končetin byla provedena cesta z Innsbrucku do Říma a zpět s 19 účastníky bez rizika vzniku žilní trombózy. Cesty byly absolvovány autobusem, přičemž jedna cesta trvala 10 hodin. Celkem se provedlo 6 měření. Před cestou do Říma, během cestování tam i zpět a poté v rozmezí 3 dnů od příjezdu. Výsledkem bylo zjištěno, že během cesty v dolní končetině přibýlo 105 ml tekutin. [58]

V roce 2003 bylo vybráno 20 účastníků, z nichž deseti účastníkům hrozilo riziko vzniku žilní trombózy. Účelem bylo zjištění změny objemu končetin během letu z Vídně do Washingtonu a zpět. Měření končetin bylo provedeno 48 hodin před letem, následně během 5. a 8. hodiny letu a 3 dny po přeletu. Měření se zjistilo, že celkový objem nohy byl zvýšen o 254 ml. [59]

V roce 2006 vznikla studie, jež se zabývá otoky dolních končetin po simulaci deseti-hodinového letu (včetně sníženého tlaku v kabině). Celkem se studii účastnilo 12 zdravých jedinců (bez rizikových faktorů), z toho 9 mužů a 3 ženy. Účastníci byli požádáni, aby seděli 10 hodin s tím, že každé 2 hodiny se mohli na 10 minut postavit. Objem končetin byl změřen

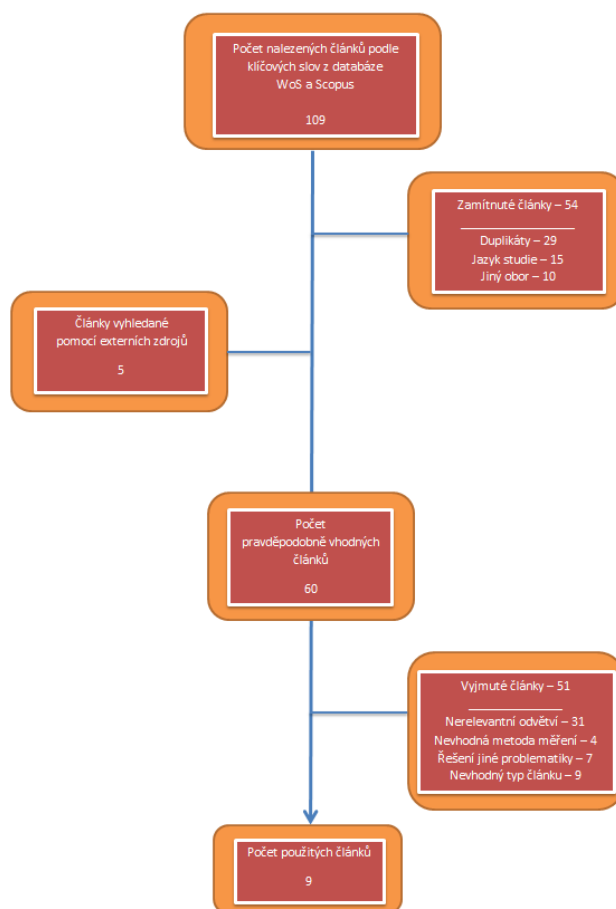
před zahájením experimentu, po 4 a po 10 hodinách. Po 4 hodinách byl objem končetin zvýšen o 109 ml, po 10 hodinách dosáhl svého maxima a objem tekutin v končetinách se zvýšil o 145 ml. Po jednom dni od provedení experimentu se všechny hodnoty vrátily do normálu.

Delší doba sezení tedy jednoznačně vede k hromadění tekutin v dolních končetinách, převážně během prvních hodin od započetí. [30]

Tabulka č. 6 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se otoky dolních končetin při dlouhodobém sezení

<b>Autor a rok publikace</b>	<b>Věkové rozhraní</b>	<b>Počet účastníků</b>	<b>Přibývání tekutin v dolních končetinách v důsledku sezení</b>
Pottier, 1969 [53]	17 – 35 let	22	0,45 ml/min dopoledne 0,35 ml/min odpoledne
Winkel, 1981 [54]	34 let, 41 let a 44 let	3	Objem nohy byl zvětšen o 0,15 ml/min - 0,17 ml/min 3,4 – 5,5%
Winkel, 1986 [55]	32 - 40 let	7	0,12 ml/min dopoledne 0,07 ml/min odpoledne
Noddeland, 1988[29]	21 – 31 let	6	0,12 ml/min dopoledne 0,08 ml/min odpoledne
Seo, 1996 [56]	23 – 25 let	12	Objem nohy byl během prvních 30 minut zvětšen o 6,9% a po hodině o 9,7%

Stranden, 2000 [57]	21 – 48 let	8	Objem nohy byl celkem zvětšen o 1,2%
Schobersberger, 2001 [58]	28 – 32 let	19	Přírůstek během 10 hodinové cesty byl 105 ml 0,18 ml/min
Mittermayr, 2003[59]	neuveдено	20	Přírůstek během 9 hodinového letu byl 0,47ml/min
Mittermayr, 2006 [30]	31 – 43 let	12	0,45ml/min do 4 hodin po započetí 0,1ml/min od 4 hodin po započetí



Obrázek č. 2 - PRISMA diagram zabývající se tématem otoku dolních končetin

### 3.2 Hluboká žilní trombóza a plicní embolie

Hluboká žilní trombóza, která může vyvolat následnou plicní embolii, je asi nejčastějším spojením se zdravotními problémy odehrávající se za letu. Můžeme se také setkat s pojmem Economy class syndrome. Pro nalezení použitelných článků do této práce byly použity následující klíčová slova: deep vein thrombosis, pulmonary embolism, travel. Na základě kombinace těchto klíčových slov bylo napříč databázemi nalezeno celkem 373 článků. Po následné selekci je pro tuto práci vhodných článků 13. (obrázek č. 3).

Kraaijenhagen ve své studii z roku 2000 popisuje období od dubna roku 1997 do ledna roku 1999. V tomto období se zabývá pacienty, kteří měli podezření na výskyt flebotrombózy po absolvování minimálně tříhodinové cesty v dopravním prostředku. Celkem zaznamenal 788 podezření výskytu flebotrombózy, nicméně prokázána byla pouze u 186 pacientů. [60]

Scurr ve své práci z roku 2001 porovnává skupinu 231 cestujících nad 50 let při 8 hodinovém letu, kdy 116 z nich nemá kompresní punčochy a 115 cestujících je má. U skupiny bez kompresních punčoch bylo zaznamenáno 12 případů flebotrombózy. Ve skupině s kompresními punčochy jsou udávány pouze 4 případy s povrchní tromboflebitidou. Z toho plyne, že při nasazení kompresních punčoch na delší let můžeme snížit riziko vzniku flebotrombózy. [61]

Mezi lety 1993 – 2000 byl na letišti Charlese de Gaullea v Paříži proveden monitoring případů, které vyžadovaly převoz do nemocnice s následným rozbohem. Sledovány byly především případy, jež se staly těsně po přistání až po dobu jedné hodiny po příletu a cestující trpěl bolestí na hrudi, nevolností, mdlobami a vykazoval zkrácené dýchání. Ve většině případů se ukázalo, že je zde velké riziko plicní embolie. Průměrný věk byl 57 let. Po analýze, v níž se zkoumala spojitost mezi délkou letu a rizikem zmíněné plicní embolie, se došlo k závěru, že všichni cestující s diagnostikovanou plicní embolií absolvovali cestu delší než 4000 km. Dospělo se tedy k zjištění, že čím delší letová vzdálenost, tím větší je riziko plicní embolie. [62]

Delší doba sezení v stísněném prostoru může vést k plicní embolii, avšak pouze za předpokladu, že se u člověka vyskytují rizikové faktory, jež jsou uvedeny výše, a sezením se podporují jejich negativní účinky. [62]

Z důvodu podezření, že potíže z dlouhodobého sezení při cestování vsedě postihují jenom osoby s jistými předpoklady pro vznik trombózy, byla vypracována studie LONFLIT. Ta se zabývá výhradně porovnáváním příznaků cestujících s vysokými a nízkými předpoklady pro vznik nemoci. V obou skupinách byli účastníci vybráni ve věku 20-80 let, přičemž věkový průměr byl 46 let u nízkorizikové a 46,4 let u rizikové skupiny. Všichni

zúčastnění absolvovali let mezi zářím a listopadem. Délka letu se pohybovala mezi 10 – 15 hodinami a průměrná délka byla 12,4 hodiny. Riziková skupina obsahovala účastníky, kteří prodělali trombozu, byla u nich diagnostikována porucha srážlivosti, těžká obezita a velké křečové žíly.

U skupiny s nízkým předpokladem pro vznik trombozy se po vyšetření neprokázaly žádné příznaky trombotické nemoci.

U skupiny s vysokým předpokladem vzniku trombotické nemoci bylo zaznamenáno 19 případů trombozy, z toho ve 13 případech šlo o hlubokou žilní trombozu a ve zbylých 6 případech o povrchovou trombozu.[63]

Retrospektivní studie z roku 2003 popisuje případy mezi cestujícími z dálkových letů, kteří přiletěli na letiště v Madridu mezi lednem 1995 a prosincem 2000. Sledováni byli pouze pacienti, kteří měli symptomy plicní embolie. Celkem je zaznamenáno za toto období 41 035 332 pasažérů, přičemž příznaky plicní embolie vykazovalo pouze 16 cestujících. V 15 případech se jednalo o let delší než 8 hodin, zbývající jeden případ byl z letu, kdy se jeho doba pohybovala mezi 6 – 8 hodinami. Během sledovaného období se nevyskytl žádný případ plicní embolie při letech pod 6 hodin. Na základě těchto údajů vyplývá, že vznik plicní embolie je spíše záležitostí delší doby letu. [64]

Za účelem zjištění výskytu trombotické nemoci bylo vybráno 878 účastníků ve věku od 18 – 70 let, kteří cestovali letadlem nejméně 10 hodin. Odhalení tromboembolické nemoci bylo prováděno pomocí měření hodnoty D-Dimerů v těle před cestou a po absolvované cestě. Mezi účastníky se vyskytly 4 případy plicní embolie a 5 případů flebotrombozy. 6 pacientů mělo predispozice pro vznik tromboembolické nemoci. Závěrem výsledky ukazují, že existuje souvislost mezi lety na dlouhé vzdálenosti a tromboembolickou nemocí včetně cestujících s nízkým a středním rizikem. [65]

V roce 2003 vznikla studie, jež mezi říjnem roku 2001 a koncem dubna roku 2002 sledovala cestující, kteří absolvovali cestu delší než osm hodin. Celkem studie obsahovala 1081 pasažérů, avšak 117 jich pro nesplnění požadavků bylo vyloučeno. U 964 pasažérů sledovala příznaky tromboembolické nemoci. Celkem mezi 964 pasažéry bylo zaznamenáno 7 případů flebotrombozy. Závěrem je ve studii zmíněno, že při dlouhých letech nad 8 hodin se dvojnásobně zvyšuje riziko vzniku tromboembolické nemoci. [66]

Případy flebotrombozy a plicní embolie se zabývali i v západní Austrálii. Úkolem bylo analyzovat data s diagnostikou flebotrombozy a plicní embolie v období roku 1981 – 1999. Tyto údaje poté vedly k identifikaci pacientů, kteří absolvovali mezinárodní dlouhý let. Celkem za toto období do západní Austrálie dorazilo 9 257 842, z nichž u 246 se projevila



během 14 dnů od absolvování cesty. Z tabulky můžeme vyčíst, že čím větší je věk cestovatelů, tím stoupá i počet případů tromboembolické nemoci. [67]

V roce 2005 vznikla studie, která se zabírala vznikem tromboembolické nemoci v rozmezí 28 dní po dlouhé cestě letadlem (více než 5000km) a následné operaci. Ke zjištění případů posloužila databáze pacientů jedné ze severoamerických nemocnic.

Z celého souboru 223 takovýchto cestujících se tromboembolická nemoc rozvinula v 11 případech. [68]

Ve své práci z roku 2005 Beasley popisuje 5 případů plicní embolie a flebotrombózy, při nichž hrálo roli dlouhodobé sezení (více než 8 hodin). Celkem se jednalo o 4 muže a 1 ženu. Z 5 případů se vyskytuje u 4 pacientů pouze flebotrombóza nebo plicní embolie, ovšem v jednom případě se nachází obě potíže. [69]

Cannegieter se ve své práci zabývá případy, kdy osoby ve věku 18 – 69 let postihla první tromboembolická nemoc při cestování. Celkem zde uvádí 1906 pacientů, z nichž 233 cestovalo déle než 4 hodiny. Z 1906 případů zmiňuje, že v 1082 případech se jednalo o flebotrombózu, v 611 případech o plicní embolii a ve 213 případech pacient prodělali pacienti obojí. Zmiňuje zde také, že velkým rizikem může být vysoká hodnota BMI (více než 30 kg/m<sup>2</sup>), ale i výška přesahující 1,9 m, protože organismus širokých a vysokých lidí se vyrovnává se stísněnými prostory hůře. [70]

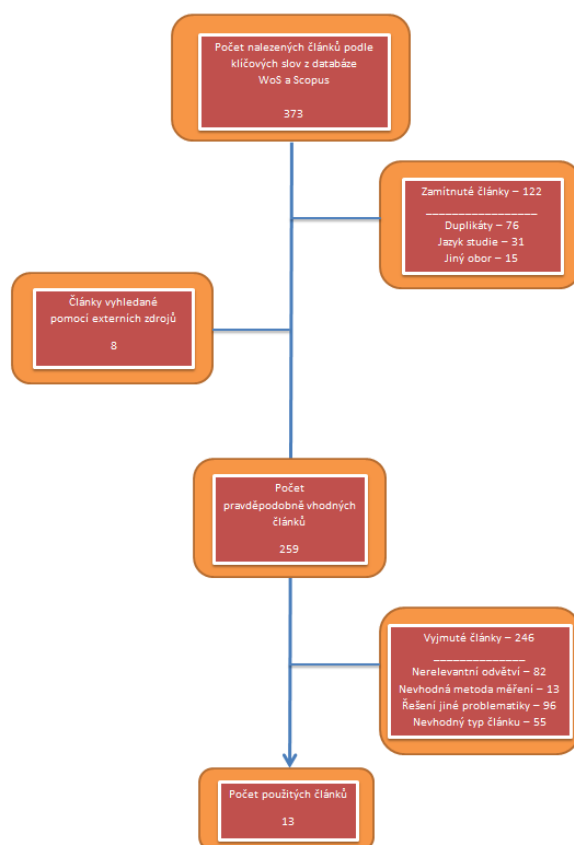
V roce 2011 Suadicaní sleduje v dánském národním registru období mezi lety 1997 a 2006. Cílem studie je vypořádat souvislost mezi nízkou aktivitou a tromboembolických stavů. V práci zmiňuje celkem 389 530 účastníků, přičemž u 105 564 účastníků převládá v práci nízká pohybová aktivita. Celkem se ve studii zmiňuje 77 případů plicní embolie a 256 případů flebotrombózy dolních končetin. Závěrem ve studii hodnotí, že riziko tromboembolické nemoci je vyšší, pokud sedíme ve stísněné poloze, než když máme možnost většího pohybu. [71]

V roce 2016 proběhla retrospektivní analýza případů nemocnice ve španělském Madridu mezi lednem 2003 a červencem roku 2016. Tam především sledovali příznaky plicní embolie. V období bylo celkem 12629 podezřelých pacientů s plicní embolií. Poté bylo analyzováno pouze 2333 pacientů pomocí počítačové tomografie. Avšak pouze u 124 pacientů souvisely problémy s cestováním. Ze 124 případů pouhých 24 mělo příznaky flebotrombózy. U zbylých 2209 pacientů nebyla plicní embolie spojována s cestováním. [72]

Tabulka č. 7 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se hlubokou žilní trombózou a plicní embolií

<b>Autor a rok publikace</b>	<b>Věkové rozhraní</b>	<b>Počet účastníků</b>	<b>Počet zdravotních obtíží a jejich diagnóza</b>	<b>Doba strávená sezením/cestováním</b>
Kraaijenhagen, 2000[60]	18 – 97 let	788	186 x flebotrombóza	Více než 3 hodiny
Scurr, 2001 [61]	56 - 68	116	12x flebotrombóza	18 – 36 hodin
Lapostolle, 2001[62]	45 – 69 let	135 290 000	56x plicní embolie	Více než 6 hodin
Belcaro, 2001[63]	20 – 80 let	744	11x flebotrombóza	Průměrná doba letu 12,4 hodiny
Pérez-Rodríguez, 2003[64]	60 – 79 let	41 035 332	16x plicní embolie	Více než 6 hodin
Hughes, 2003[65]	18 - 70 let	878	5x flebotrombóza 4x plicní embolie	Více než 4 hodiny
Schwarz, 2003[66]	18 – 87 let	964	7x flebotrombóza	Více než 8 hodin
Kelman, 2003[67]	15 – 75+ let	9 257 842	140x flebotrombóza 106x plicní embolie	neuvedeno
Gajic, 2005[68]	31 – 77 let	223	11x flebotrombóza	Více než 8 hodin
Beasley, 2005 [69]	24 – 39 let	5	3x flebotrombóza 3x plicní embolie	Více než 8 hodin
Cannegieter, 2006[70]	18 – 69 let	1906	1082x flebotrombóza 611x plicní embolie 213x kombinace obou	Více než 4 hodiny
Suadicani, 2011 [71]	20 – 59 let	105 564	77x plicní embolie 256x flebotrombóza	neuvedeno
...	...	...	...	...

Abellás, 2016[72]	44 – 67 let	124	24x flebotrombóza 124x plicní embolie	neuvedeno
Celkem		185 694 381	1 737x flebotrombóza 997x plicní embolie 213x kombinace plicní embolie a flebotrombózy	



Obrázek č. 3 - PRISMA diagram zabývající se tématem hluboké žilní trombózy a plicní embolie

### 3.3 Svalová únava

Svaly jsou namáhány při každé činnosti, kterou člověk vykonává. Ačkoliv se může zdát, že pokud člověk nic nevykonává a pouze sedí, není tomu tak. Svalová soustava neustále

pracuje, aby mohl člověk sedět vzpřímeně, vyváženě a bez bolesti. Časem se však i svaly unaví a začnou vykazovat únavu. Při vyhledávání článků zabývajících se těmito tématy v kombinaci s klíčovými slovy vyhledávač ukázal 103 článků (obrázek č. 4). Po vyřazení nevhodných a nepotřebných článků jich bylo použitelných deset. Na základě rozboru a získáním informací z nich byla sestavena tabulka (tabulka č. 8), která ukazuje, za jaký čas lidský organismus při sezení vykazuje známky svalové únavy.

V roce 1997 bylo vybráno 6 dobrovolníků ve věku 28 – 45, kteří seděli 2 hodiny téměř bez pohybu na dřevěné židli kvůli zjištění svalové únavy. Výsledky ukázaly, že během prvních 20 minut došlo k poklesu svalové aktivity. Pokud aktivita opět začala stoupat, pravděpodobně se zapojila jiná vlákna. Při takovémto cyklickém střídání vláken by asi byla únava menší, avšak když cyklický mechanismus začal selhávat, došlo k poklesu svalové aktivity.[43]

V roce 2007 byla vypracována studie sledující 12 zdravých mužů. Kvůli použití elektromyografie k zaznamenání svalové aktivity se vyloučili ti, kteří měli BMI větší než  $30\text{kg/m}^2$ . Studie trvala celkem 120 minut. Celkem byly 2 fáze, které trvaly 60 minut. Při první části experimentu byly pozorovány změny svalové aktivity, pokud bylo tělo vystaveno vibracím. Ve druhé části šlo o pozorování bez vibrací. Z nasbíraných dat pomocí elektromyografie se dostavila svalová únava po 30 minutách při sezení bez vibrací. [73]

V roce 2009 se Claus zabýval svalovou aktivitou u 14 zdravých mužů. Celkem zkoušel 3 různé sedavé polohy a svalovou aktivitu zaznamenával přes elektrody elektromyografu. Svaly udržovaly polohu po dobu 30 minut.[74]

Cílem Ringheimovy studie z roku 2014 bylo zjištění změn ve svalové aktivitě při svalové únavě pomocí elektromyografu. Studie se nejdříve účastnilo 32 účastníků, avšak z důvodu rušení signálu elektromyografu se 7 lidí kvůli většímu BMI ( $>27\text{ kg/m}^2$ ) vyřadilo. Celkem se tedy účastnilo 25 účastníků, kteří seděli po dobu 30 minut. Výsledkem této studie je zjištění, že během 30 minut sezení se neprojevila svalová únava. [75]

V roce 2014 bylo provedeno sezení, kdy byla zkoumána aktivace svalového trupu (pomocí elektromyografu) a zároveň snížení pohodlí při sezení. Celkem se studie zúčastnilo 12 účastníků, kteří byli pozorováni při 10 minutovém psaní na laptopu. Po deseti minutách účastníci vykazují únavu a menší pocit nepohodlí.[76]

V roce 2015 kvůli zkoumání svalové únavy podstoupilo 30 dobrovolníků test, kdy seděli po dobu jedné hodiny, během níž bylo sledováno svalové napětí. Z výsledků studie vyplynulo, že hodinové sezení vedlo k nepohodlí v oblasti krční páteře, ramen, zad a hýždí. Únava svalů byla zaznamenána po hodině, avšak při sezení s „kulatými“ zády se únava dostavila přibližně po 20 minutách. [77]

V roce 2017 vznikla studie, která se zabývá rozdílem svalové aktivity trupu při sezení mezi oběma pohlavími. Svalová aktivita je měřena pomocí elektromyografu. Celkem se studie účastnilo 33 osob (18 žen a 15 mužů) ve věku 18 – 30 let. Závěrem této studie je zjištění, že muži a ženy mají přibližně podobnou únavu takovýchto svalů. U žen se dostavila únava po 10 minutách, avšak u mužů až po 12 minutách. [78]

V roce 2018 proběhla studie za účasti 14 studentů, jež se zabývala zjištěním svalové únavy při sezení s laptopem bez podpory stolu po dobu 40 minut. Zkoumaná únava svalů se dostavila po 30 minutách od započetí experimentu, což může poté vyvolat lokalizovanou únavu, způsobit vnitřní zatížení páteře a rozvinout tak bolest spodní části zad. [79]

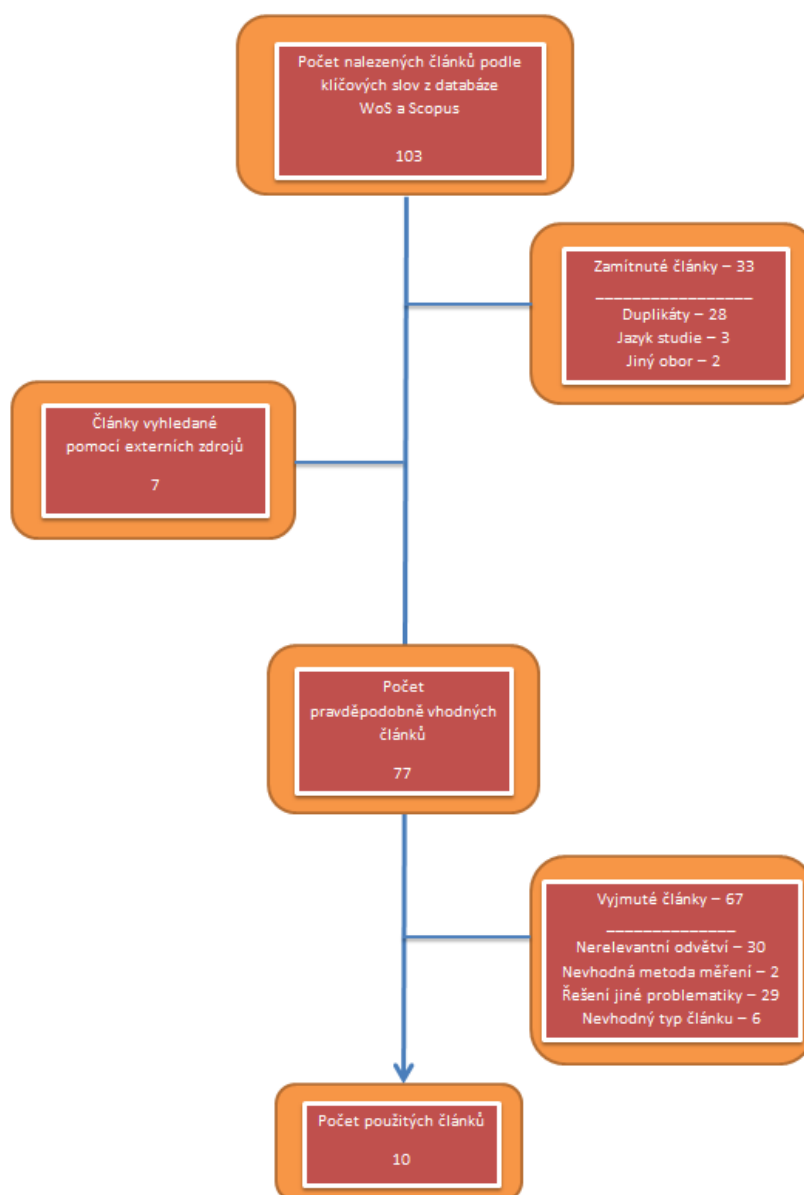
Bakerova studie z roku 2018 se zabývá sledováním kancelářských pracovníků při dvouhodinovém sezení v laboratoři. Na studii participovalo 20 účastníků. Svalová únava byla sledována pomocí elektromyografie, kdy se data poskytovaná elektromyografií aktualizovala každých 10 sekund. Výsledkem bylo zjištěno, že se svalová únava dostavila po 30 minutách od zahájení experimentu. [80]

Dlouhodobé sezení může vést k nežádoucím zdravotním potížím. V roce 2020 byla provedena studie, která sleduje svalovou aktivitu během dvouhodinového sezení. 48 účastníků bylo rozděleno do několika skupin. U 24 účastníků studie se provádělo měření svalové aktivity elektromyografií. Právě u této skupiny se první známky svalové únavy dostavily po 40 minutách od začátku experimentu. [81]

Tabulka č. 8 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se svalovou únavou

<b>Autor a rok publikace</b>	<b>Věkové rozhraní</b>	<b>Počet účastníků</b>	<b>Doba do prvních projevů svalové únavy</b>
McLean, 1997 [43]	28 – 45 let	6	20 minut
Santos, 2007[73]	20 – 24 let	12	30 minut
Claus, 2009[74]	14 - 30 let	14	30 minut
Ringheim, 2014[75]	29 – 53 let	25	Žádné projevy
Curran, 2014[76]	32 – 50 let	12	10 minut

Waongenngarm, 2015 [77]	20 – 23 let	30	20 minut
Deering, 2017[78]	ženy: 20 – 29 let muži: 18 – 30 let	ženy: 18 muži: 15	ženy: 10 minut muži: 12 minut
Jia, 2018[79]	20 – 29 let	14	30 minut
Baker, 2018[80]	20 – 45 let	20	30 minut
Ding, 2020[81]	20 let	24	40 minut



Obrázek č. 4 - PRISMA diagram zabývající se články ohledně svalové únavy

### 3.4 Bolest v bederní části zad

Tak jako v předchozích případech, pro dohledání článků využijeme klíčová slova. Při vložení klíčových slov: low back pain, prolonged sitting, dostaneme celkem 418 výsledků (obrázek č. 5). Postupně při různém třídění článků a následném zamítání článků můžeme pro naše účely použít článků 12. Po rozboru použitelných článků byla vytvořena tabulka, z níž můžeme následně vyčíst počet lidí, kteří mají potíže s bolestí bederní části zad.

Ve studii z roku 1980 popisuje během tříletého období (1975 – 1978) 3920 (2068 žen a 1852 mužů) pacientů s bolestí zad v bederní části. Z těchto 3920 případů je pouhých 99 případů spojováno se sezením. [82]

V roce 1989 vzniká retrospektivní studie, která analyzuje vyplněné dotazníky během období listopadu roku 1979 a lednem 1981. Celkem je osloveno 1760 žen ve věku od 38 – 64 let. Téma dotazníku je spojené s bolestí bederní části zad. Celkem 1396 účastnic popisuje svoji sedavou pracovní dobu. Z této skupiny zaznamenalo 1046 žen bolest v bederní části zad. [83]

Studie z roku 1994 analyzuje výskyt bolesti v bederní části zad u čínských zdravotních sester. Celkem bylo osloveno 3212 sester, z toho odpovědělo na e-mailový dotazník 3159 sester. V dotazníku byly položeny otázky na zdravotní stav, rizikové faktory, popis práce a pracovního prostředí. Celkem z 3159 sester bylo 1232 spojováno se sezením a zároveň bolestí bederní oblasti zad. [84]

Ve studii z roku 1999 se zkoumal vliv podnětů na bolest bederní části zad. Celkem bylo sledováno 60 účastníků, trpící bolestí bederní částí zad, kteří byli sledováni za účelem vyšetření bolestivého chování, přičemž bolest byla měřena na vizuální analogové stupnici. Z 60 účastníků nebylo pozorováno uvolnění bolesti zad při sezení u 30 účastníků. [46]

V roce 2003 byl proveden průzkum v jihozápadní Nigérii, který se zabýval bolestí bederní části zad u pracovníků v kanceláři. Celkem se analyzovalo 840 dotazníků během 12 měsíců průzkumu. Na bolest zad v oblasti jejich bederní části si stěžovalo 315 zaměstnanců, přičemž největší část tvořili zaměstnanci, kteří sedí při práci déle než 3 hodiny. [85]

Chen se ve své studii z roku 2005 zabývá problematikou bolesti bederní oblasti páteře u řidičů taxislužby. Ve své práci analyzuje data ze studie ohledně zdraví řidičů taxislužeb na Taiwanu. Analýzou získává, že z 1242 řidičů taxislužby jich 51% (633) uvedlo, že trpěli během posledního roku bolestí v bederní oblasti zad. Dále ve své práci uvádí, že řidiči tráví sezením více než 4 hodiny denně. [86]

Okunribido ve své práci popisuje 64 řidičů doručovacích služeb. Pro možnost účasti na této studii bylo zapotřebí, aby řidič vykonával 5 let stávající práci nebo aby měl alespoň 5 let práci jako doručovatel. S dotazníkem oslovili 110 řidičů, avšak použitelných pro studii jich bylo pouze 64. V dotazníku byly otázky týkající se pracovního prostředí a problematiky bolesti v oblasti bederní páteře za posledních 12 měsíců. Po analýze a provedení měření bylo zjištěno, že se u poloviny sledovaných vyskytla bolest v oblasti bederní části zad. [87]

Tissot ve své práci porovnává bolest bederní části zad při dlouhodobém sezení a dlouhodobém stání. Dohromady dává data z roku 1998 zabývající se touto problematikou. Celkem v práci udává 7730 případů, z toho je 3237 případů spojeno se sezením, avšak pouze 3227 případů je zpracováno detailně. Mezi touto sedící populací si 367 stěžuje na bolest v bederní části zad.[88]

Studie z roku 2013 pozorovala 10 zdravých mužských jedinců, kteří 2 hodiny nepřetržitě pracovali u počítače. Pomocí elektromyografu, který měřil svalovou aktivitu, se sledovaly spouštěče bolesti. U 4 účastníků z 10 se během dvouhodinové studie prokázal výskyt těchto spouštěčů.[89]

V roce 2016 byl proveden výzkum, který se zabýval bolestí spodní části zad u vysokoškolských studentů 1., 2. a 3. ročníku vysoké školy v Polsku. Průzkum byl zpracováván pomocí dotazníku, jehož mělo být zjištění výskytu bolesti u studentů. Celkem na dotazník odpovědělo 1311 studentů, z toho u 377 studentů se někdy vyskytla bolest bederní části zad. [90]

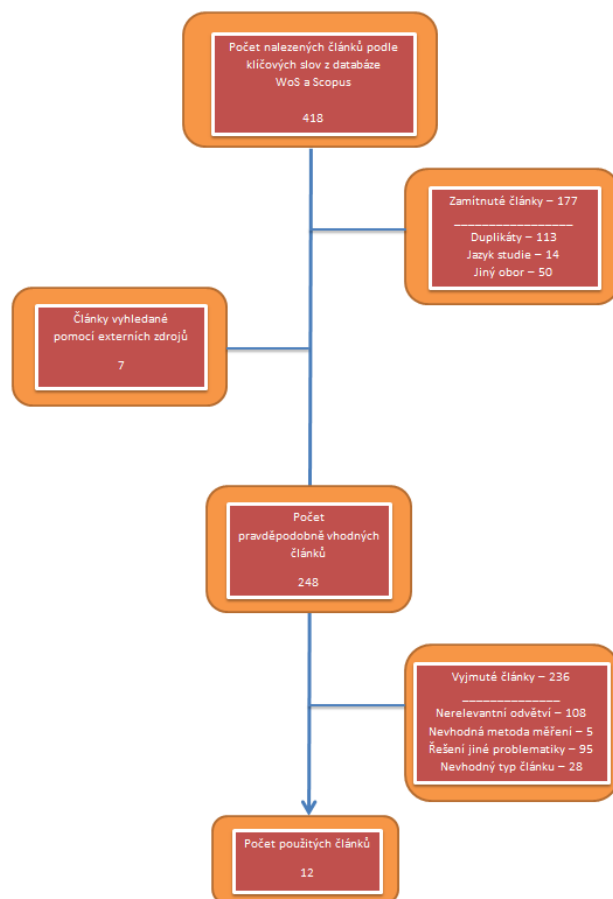
V roce 2018 vzniká dánská studie, která se zabývá sezením, jakožto spouštěčem bolesti bederní části páteře. Dotazník popisuje bolest na stupnici od 0 – 10 a zároveň délku času strávenou sezením a chozením v práci. Celkem se zúčastnilo 704 účastníků, z nichž se u 492 dostavila bolest v bederní oblasti zad. V závěru této studie je zmíněno, že sezení nemá příliš velký vliv na vyvolání bolesti v bederní oblasti zad. [91]

V roce 2019 je během dvou týdnů zkoumáno 64 zaměstnanců (40 žen a 24 mužů) call centra za účelem zjištění vztahu mezi sedavým stylem života a bolesti bederní části zad. Pro vyhodnocování údajů byla použita tlaková rohož v kombinaci s dotazníky, kdy zaměstnanci hodnotili bolest zad. Po vyhodnocení dotazníků a výsledků z tlakové matrace udávalo bolest bederní části zad při sezení 48 zaměstnanců. [92]



Tabulka č. 9 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se bolestí bederní částí zad

<b>Autor a rok publikace</b>	<b>Věkové rozhraní</b>	<b>Počet účastníků</b>	<b>Počet účastníků s bolestí bederní částí zad spojenou se sezením</b>
Frymoyer, 1980[82]	18 – 55 let	3920	99
Svensson, 1989[83]	38 – 64 let	1396	1046
Chiou, 1994[84]	17 – 53 let	3159	1232
Deursen, 1999[46]	32 - 48 let	60	30
Omokhodion, 2003[85]	20-60 let	840	315
Chen, 2005[86]	36 – 52 let	1242	633
Okunribido, 2006[87]	28 – 66 let	64	32
Tissot, 2009[88]	18 - 65 let	3227	367
Schinkel-Ivy, 2013[89]	Univerzitní věk, 24 let	10	4
Kędra, 2016[90]	Univerzitní věk	1311	377
Korshøj, 2018[91]	18 – 68 let	704	492
Bontrup, 2019[92]	30 - 56 let	64	48
<b>Celkem</b>		<b>15 997</b>	<b>4 675</b>



Obrázek č. 5 - PRISMA diagram zabývající se články týkající se bolestí bederní částí zad

### 3.5 Model behaviorality organismu při dlouhých letech

Tvorba modelu behaviorality na základě dostupných dat je při řešení tohoto tématu takřka nereálná, jelikož chybějí důležitá dostupná data, podle kterých by bylo možné takový model vytvořit.

Spolehlivě se dají použít data nasbíraná z průzkumů hluboké žilní trombózy a plicní embolie, protože je zde velký objem zkoumaných pacientů.

Pokud aplikujeme hodnoty uvedené v tabulce č. 7, vidíme, že při 185 694 381 případech se vyskytla hluboká žilní trombóza u 1737 osob a plicní embolie u 997 osob. Z těchto údajů získáváme, že procentuální podíl cestujících s hlubokou žilní trombózou je 0,000935% ze sledovaného souboru a v případě plicní embolie je tento podíl 0,000537%. Za předpokladu, že na světě je odhadem 7 800 000 000 lidí, obtíže v podobě hluboké žilní trombózy se mohou v souvislosti s takovýmto cestováním projevit u 72 930 lidí a v případě plicní embolie u 41 886 lidí.

## 4 Diskuze

Pomocí analýzy vybraných článků zabývajících se zdravotními potížemi cestujících, jež jsem uvedl v začátku práce, jsem v případě otoku dolních končetin mohl na základě rozboru devíti článků, konstatovat, že otoky dolních končetin provází každého člověka, jenž je nucený být v poloze vsedě. Ve studiích se nenacházejí žádné případy, které by přímo ohrožovaly život nebo měly vyústit ve vážnější zdravotní komplikace.

Mezi články jsou uvedena pozorování jak v kanceláři, v autobuse, tak simulace sníženého tlaku odpovídajícímu tomu v letadle, ale též i pozorování během reálného dlouhého letu. Ze všech článků můžeme vyzdvihnout, že nejrychlejší a nejvyšší nárůst bývá dopoledne, bezprostředně po začátku sezení a s odstupem času se přibývání tekutiny v končetinách zpomaluje.

Pokud porovnáme studie, které se odehrávají v kanceláři, autobusu a v letadle, můžeme dojít k závěru, že při cestě letadlem jsou otoky nohou znatelně větší.

K otoku dolních končetin dochází z důvodu zvýšeného tlaku v dolních končetinách, který je způsoben zvýšeným tlakem v dolních končetinách. Abychom takovéto otoky zmírnili, je nutné, aby došlo k uvolnění tlaku. Jestliže se postavíme a dáme se do pohybu, začne se obnovovat přirozené proudění krve, tudíž se nebudou tekutiny udržovat v dolních končetinách a dojde ke snížení otoku. Proto se doporučuje občas přerušit dlouhodobý sed a třeba se projít či postavit. Mezi největší rizikové faktory otoků dolních končetin patří věk, neboť při otoku v pokročilém věku může dojít k narušení stěn cév a tím pádem k vytvoření příležitosti pro vznik tromboembolické nemoci.

O problému hluboké žilní trombózy a plicní embolie je v práci zmíněno celkem 13 studií, jež se zabývají uvedeným problémem. Díky několika studiím, které probíhaly delší dobu, jsou počty zkoumaných veliké a tím pádem je vytvoření přehledu o tom, kolik lidí vlastně takovéto obtíže zastihlo, i přesnější. Hluboká žilní trombóza je spojována spíše s takzvaným economy class syndromem. Takovéto pojmenování vzniklo na základě několika podezření, že právě hluboká žilní trombóza a plicní embolie jsou často vyvolávány dlouhodobým sezením ve stísněných prostorách dopravních prostředků. Po rozboru 13 článků můžeme dojít k závěru, že tyto zdravotní indispozice opravdu mohou během letecké přepravy nastat, nicméně v řadě případů se jednalo o jedince, kteří již měli vysoké předpoklady pro vznik takovéto nemoci nebo se nacházeli v rizikové skupině. Ve velké míře případů šlo o dlouhodobé cestování nebo sezení, od 4 hodin a více, avšak počet případů narůstá s delší dobou letu. Z jedné ze studií plyne, že pokud člověk cestuje osm hodin a více, má až dvojnásobnou šanci, že se u něj taková nemoc objeví.

Celkem bylo napříč studii sledováno 185 694 381 osob, přičemž u 1737 osob se jednalo

o flebotrombózu, u 997 osob o plicní embolii a u 213 osob o kombinaci obojího. Jestliže tedy vyhodnotíme tato čísla, zjistíme, že flebotrombóza se projevila u 0,000935% sledovaných osob, plicní embolie u 0,000537% a kombinace obojího u 0,000115% sledovaných osob. Pokud vezmeme údaje z výroční zprávy Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA), která udává, že odhadem v roce 2018 celkem letečtí přepravci během mezinárodních letů přepravili 1 811 324 000 cestujících [93], mohlo tedy celkem za rok potkat flebotrombózu 16936 pasažérů, plicní embolii 9727 pasažérů. Tato čísla potvrzují, že v porovnání s celkovým počtem cestujících přepravených za rok, jsou potíže spíše spojovány s pasažéry, kteří mají pro vznik tromboembolické nemoci určité předpoklady.

V několika studiích jsme mohli narazit také na porovnávání dvou skupin, kdy jedna skupina měla nasazené takzvané kompresní punčochy. U takovýchto osob i přes rizikové faktory, které se u nich nacházely, nedošlo k hluboké žilní trombóze, ale pouze k trombóze povrchové nebo se obtíže nedostavily vůbec.

K největším rizikovým faktorům pro vznik těchto nemocí je řazen věk, předchozí prodělání tromboembolické nemoci, dědičnost v rodině, výskyt křečových žil, kouření a obezita.

Co se týče problematiky svalové únavy, bylo použito 10 článků, které se danou problematikou zabývají. Většina studií je, bohužel, provedena pouze se zaměřením na svalovou únavu během sezení při kancelářské činnosti. Svalová únava v letectví příliš zkoumána nebyla, avšak existuje studie, jež vytvořila prototyp sedadla, který měl za účel svalovou aktivitu potřebnou k udržení rovnovážného sedu snížit.

Z naměřených hodnot v průběhu studie můžeme vidět, že doba do prvních projevů svalové únavy se liší, únava nastává již po 10 minutách, po 40 minutách nebo nemusí být únava zaznamenána vůbec. U posledního příkladu například vidíme, že u žen se svalová únava může projevit dříve, než se projeví u pohlaví mužského.

Svalová únava jako taková se může projevit například mírně nepříjemným pocitem v určité oblasti, v níž jsou svaly napínány. Pokud však dojde k únavě svalů, může docházet k namáhání kosterní soustavy pro udržení správného sezení, což poté může způsobovat nepříjemné, bolestivé stavy. Z tohoto důvodu je často se svalovou únavou spojována bolest bederní části zad, protože když dlouho sedíme a snažíme se udržet přímou polohu, může dojít k únavě svalů a následnému zapojení kosterní soustavy.

K rizikovým faktorům při vzniku svalové únavy patří věk, kouření a obezita, protože obezita a kouření mohou způsobit nedostatečné okysličování svalů, což může vést k rychlejší svalové únavě a vzniku nepříjemných mnohdy až bolestivých stavů.

Bolestivé stavy v bederní části zad pramení zvláště ze svalové únavy. Tato problematika spojení bolesti v bederní části zad s dlouhým sezením není pro leteckou dopravu řešena, proto i většina článků pochází z kancelářského, školního, nemocničního nebo řídičského prostředí. Celkem je v tabulce uvedeno 12 článků, jež shrnují poznatky z analyzovaných studií. Nejzákladnějším problémem při řešení této problematiky je, že bolest v bederní části zad může vyvolávat několik spouštěčů najednou a velmi těžko se zjišťuje pravá příčina této bolesti. Ve většině případů je sběr dat zpracován pomocí dotazníků, kdy se v dotazníku ptají na to, zda je styl života sedavý nebo aktivní a kolik hodin denně sedí. V dalších otázkách převažovalo, zda se již někdy setkali účastníci s tímto typem bolesti a při jaké činnosti to bylo. Některé studie zmiňují, že bolest v bederní oblasti zad není spojena se sezením, ale tyto studie se zabývaly více faktory, které bolest způsobují, a při zkoumání dávaly přednost jiným činnostem, než jakým bylo sezení.

Pokud vezmeme výnos z tabulky č. 9, celkem byl počet účastníků 15 997 a bolest se projevila u 4675 osob. Z toho plyne, že tato bolest se při sedu vyskytla u 29,22% zkoumaných. Při porovnání s odhadem počtu přepravených osob během mezinárodní letecké dopravy za rok 2018, se dostáváme k závěru, že z 1 811 324 000 přepravených cestujících [93] jich 529 268 873 mohla postihnout tato potíže. Mezi rizikové faktory v řešení problematiky bolesti v bederní oblasti zad patří věk a kouření. Společně s rostoucím věkem a kouřením dochází odvápnování a řídnutí kostí, to má za následek, že může být narušen celkový správný postoj člověka a vytvoří se předpoklad například pro potíže s meziobratlovými ploténkami.

Propojením a shrnutím všech výše analyzovaných témat si poté můžeme vytvořit o chování lidského organismu obrázek na základě vhodných článků, které jsem dohledal, a zároveň byly vhodné k využití. Lidský organismus se musí během letu vyrovnávat s nezvyklým prostředím, jež pro něj není přirozené. Letadlo se běžně pohybuje v částech atmosféry, ve kterých člověk nemůže běžně pobývat. Proto i podmínky musí být v letadle uměle vytvářeny tak, aby se blížily těm na zemi. Na základě těchto skutečností dochází k možným zdravotním potížím. Největším problémem zde může být již několikrát zmiňovaná kabinová výška, která odpovídá přibližně 1800 m. Při takové výšce by stále mělo docházet k dostatečnému okysličování krve, avšak lidé s respiračními potížemi mohou tuto výšku snášet těžce. Pro takovéto umělé snížení výšky musíme upravovat vzduch v letadle, čímž tímto narážíme na problém dehydratace. Vzduch, který je pohonnou jednotkou stlačen a zahřán, aby mohl být dále použitelný pro vytváření podmínek v letadle, se tímto procesem vysuší. Cestující se tudíž nachází v prostředí, jež má velmi malou relativní vlhkost (5 – 15%). U organismu tak nastává ztráta tekutin, která způsobí vysychání sliznic, podráždění očí a kůže. Díky těmto skutečnostem může docházet k dehydrataci organismu, která může mít za následek

zhuštění krve. Zhuštění krve může být spouštěčem pro vznik tromboembolické nemoci, která by mohla mít pro cestujícího až fatální následky.

Za další spouštěč tromboembolické nemoci se dají označit nevhodná sedadla, která se v letecké dopravě vyskytují. V kombinaci se stísněným prostorem dochází při sezení ke stlačování klíčových žil v žilním systému a tím i k hromadění tekutin v dolních končetinách, což vede ve většině případů k mírným otokům.

U lidského organismu dochází při dlouhém sezení také ke svalové únavě. Ta pramení z udržení přímého rovnovážného sedu. To má za následek zapojení svalové soustavy, které v případě několikahodinového letu může být významné, jak můžeme vidět z provedených měření, kdy se svalová únava projevovala od 10 do 30 minut během dohledaných experimentů. Nakumulovaná únava může zapříčinit až bolestivé stavy, ve většině případů bederní oblasti zad, které mohou být značně nepříjemné.

Při překročení několika časových pásem v západním nebo východním směru se můžeme setkat s takzvanou cirkadiánní dysrytmií, v případě letecké dopravy se používá spíše pojem jet-lag. Lidský organismus reaguje na změnu navyknutého denního cyklu, je zmaten, a protože má zafixován určitý stereotyp průběhu dne, začíná být unavený. Adaptace na nový režim pak trvá v rozmezí několika dní až týdnů.

Díky ucelené představě, o chování lidského organismu během letu, můžeme zmínit některé úpravy, které by mohly zmírnit projevy a zdravotní obtíže vyvolané podmínkami na palubě letadla.

Zásadní změnou, která z této práce vyplývá, by měla být úprava místa pro cestující. Sedadla by měla při zmíněných dlouhých letech být uzpůsobena tak, aby především nedocházelo především k vytváření tlaku na dolní končetiny, způsobující narušení výměny tělesných tekutin.

Sedadla by taktéž měla mít ergonomický prvek, pomocí kterého by bylo možné zbavit se zatěžení svalové soustavy pro udržení správného rovnovážného sedu a tím vzniku svalové únavy. Například prototyp sedadla ze studie zabývající se svalovou únavou během letu [44] splňuje výsledky pro snížení svalové únavy.

Palubní místa by měla taktéž disponovat větším prostorem. Na dálkových letech by mělo být i v ekonomické třídě možné plně si natáhnout nohy, což by následně přineslo snížení tlaku v dolních končetinách a tím i zmírnění otoků a cirkulaci tekutin v dolních končetinách.

Z důvodu dlouhodobé imobility by mělo být také vyhrazeno v letadle místo, kde by cestující získali možnost a prostor pro jednoduché protahující cviky, jež by pomohly zmírnit následky dlouhodobého sezení během cesty.

Jak je již zmíněno výše, lidský organismus, jenž je vystavován podmínkám na palubě letadla bývá často dehydrován. Takovéto obtíže mohou vést například k zhuštění krve. Proto by bylo vhodné, aby se dbalo na pitný režim cestujících, a tak nedocházelo tak k dehydrataci. Jak toho dosáhnout? Třeba každou hodinu upozornit cestující na dodržování pitného režimu pomocí palubního hlášení nebo, u sedadel disponujících zábavním systémem, upozorňující hláškou, která by se zobrazila na instalovaných obrazovkách.

Z důvodu takřka nulového pohybu by měl být dán zřetel na energetickou hodnotu jídla. Příjem energie během letu by měl být takřka shodný s výdejem energie v klidovém stavu, aby nedocházelo k nežádoucímu příjmu energie. Cestující by měl možnost při koupi letenky například vyplnit své údaje vedoucí ke zjištění celkového potřebného energetického příjmu a výdeje, na základě čehož by mu byl sestaven jídelníček, který by odpovídal takto dlouhé cestě.

## 5 Závěr

Cílem této práce bylo zjištění negativního vlivu dlouhých letů na organismus z důvodu dlouhodobé imobility, jež je způsobena malým prostorem pro cestující během tohoto druhu letů.

Podle dostupné literatury a různých článků byly stanoveny možné obtíže, které jsou s dlouhými lety spojovány.

V případě málo závažných potíží se jedná nejčastěji o kinetózu způsobenou vestibulárním systémem, který je zmatený z vizuálních vjemů. Mezi další méně závažné potíže patří cirkadiánní dysrytmie, takzvaný jet lag, který je způsoben překročením několika časových pásem při letu na východ nebo na západ. Ten má poté za následek horší výkonnost lidského organismu několik dní po příletu do destinace.

Mezi zdravotní obtíže pramenící z dlouhodobé imobility a stísněného prostředí uvnitř kabiny letadla náleží otoky nohou, hluboká žilní trombóza, plicní embolie, svalová únava a bolest v bederní oblasti zad. Takovéto obtíže bývají obvykle spojovány s rizikovými faktory, jakými jsou vysoký věk, obezita, kouření, prodělaná operace, vrozené nemoci nebo již dříve prodělaná tromboembolická nemoc. V případě hluboké žilní trombózy a plicní embolie, po zjištění a převedení výsledků na počet cestujících za rok, docházíme k závěru, že ročně v případě mezinárodních letů při objemu 1 811 324 000 přepravených cestujících se může s hlubokou žilní trombózou setkat celkem 16936 (0,000935%) pasažérů a v případě plicní embolie 9727 (0,000537%) pasažérů. V těchto případech se jedná především o skupiny, u nichž se nacházely rizikové faktory. Pokud se však jednalo o spojení bolesti zad a sezení, z celkového počtu přepravených cestujících by potíží pocítilo 529 268 873 (29,22%) pasažérů, což je poměrně velké číslo.

Pro snížení spouštěčů, které mohou v kombinaci s rizikovými faktory propuknout v závažné zdravotní potíže, jsou na základě analýzy zmíněna doporučení, jež by mohla snížit tento počet spouštěčů.

Jedním z nejpodstatnějších doporučení pro změny je zmíněná úprava palubního místa tak, aby dopad minimální pohyblivosti na organismus byl co nejmenší a aby se zároveň u cestujícího nezvyšoval předpoklad pro vznik obtíží.

Následujícím doporučením je zabývání se problematikou energetického výdeje a příjmu během těchto letů.

Závěrem lze konstatovat, že k tomu, aby se projevíly zdravotní potíže při letech na dlouhé vzdálenosti, napomáhají určité predispozice a rizikové faktory. Jestliže však takovou cestu absolvuje zdravý jedinec, na jeho lidský organismus bude mít i takto dlouhý let pouze minimální dopad.



Nutno podotknout, že při zpracování jsem byl zčásti limitován nedostatkem informací o provedených výzkumech a zatím i nedostačujícími řešeními problematiky vlivu organismu během dlouhých letů, což považuji za slabší stránku mé práce. Mezi informacemi, jež v práci uvádím, bylo nutné najít úzkou spojitost mezi nízkou pohyblivostí a tím, jak by se toto dalo aplikovat v souvislosti s řešením nastoleného problému. Proto můžeme mezi analyzovanými články objevit případy, které se zabývají pouze nízkou pohyblivostí, avšak chybí zde například aspekt simulování podmínek, jež jsou vytvořeny na palubě letadla. Pokud se řeší problematika dlouhých letů v některých studiích, jsou experimenty mnohdy provedeny pouze v rozmezí 10 hodin. V reálném provozu se ale můžeme setkat i s lety, které trvají 18 hodin, a tudíž si nemůžeme být jisti, zda se při takto dlouhých letech nevyskytnou i další zdravotní potíže nebo vlivy, které by ovlivnily chování organismu.

Překážkou při zpracování byla též jazyková bariéra, neboť analyzované články byly z převážné části v angličtině s mnoha odbornými výrazy, takže se pro ně často svízelně vyhledávalo názvosloví v češtině tak, aby plně odpovídaly překladu.

Přínosem práce by mělo být vytvoření náhledu na problematiku dlouhých letů a zjištění jejich vlivu na lidský organismus.

Dále si na základě zpracování můžeme utvořit představu, jaká vlastně mohou být rizika těchto letů, kolik cestujících by mohla postihnout vážná zdravotní indispozice, a jestliže takovou cestu chceme absolvovat, jak se na ni jako cestující můžeme připravit a co od ní můžeme očekávat. Výsledkem práce jsou i doporučení, která by potenciálně mohla snížit negativní vliv na lidský organismus při absolvování takovýchto letů.

Pro zjištění celkového vlivu takovýchto letů na lidský organismus by bylo potřeba provést více experimentů a studií, které sledují celkové chování lidského organismu během uvedených letů. V případě experimentů by bylo třeba alespoň simulovat podmínky, jež mohou být na palubě letadla. Dále by bylo vhodné například rozšířit časové rozpětí délky experimentů. Stále se totiž setkáváme většinou s experimenty, jež odpovídají jen polovině času současných dlouhých letů, které ale mohou trvat až 18 hodin.

Vypracování by se mohlo stát inspirací k zabývání se teoretickým i praktickým řešením při návrhu změny palubního místa nebo pro řešení skladby jídelníčku pro dlouhé cesty.

## Seznam použité literatury

- [1] WILKERSON, J. T., M. Z. JACOBSON, A. MALWITZ, S. BALASUBRAMANIAN, R. WAYSON, G. FLEMING, A. D. NAIMAN a S. K. LELE. Analysis of emission data from global commercial aviation: 2004 and 2006. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions [online]. 2010, **10**(2), 2945-2983 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.5194/acpd-10-2945-2010. ISSN 1680-7375. Dostupné z: <https://acp.copernicus.org/preprints/10/2945/2010/>
- [2] JapanAir: JAL Applies for Revision of International Cargo Fuel Surcharge [online]. 2007 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <http://www.jal.com/en/press/0001035/img/Cargo%20Fuel%20Surcharge%202007.pdf>
- [3] Virgin Australia: Virgin Australia - Flight definition [online]. [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.virginaustralia.com/au/en/information/flight-definition/>
- [4] Air France: Air France - Issuance fees [online]. [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: [https://www.airfrance.dk/DK/en/local/resainfovol/achat/frais\\_emission\\_airfrance.htm](https://www.airfrance.dk/DK/en/local/resainfovol/achat/frais_emission_airfrance.htm)
- [5] Singaporeair: Singapore Airlines To Launch World's Longest Commercial Flights [online]. [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: [https://www.singaporeair.com/en\\_UK/in/media-centre/press-release/article/?q=en\\_UK/2018/April-June/ne2018-180530](https://www.singaporeair.com/en_UK/in/media-centre/press-release/article/?q=en_UK/2018/April-June/ne2018-180530)
- [6] Singaporeair: Flights from Singapore to Los Angeles [online]. [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.singaporeair.com/en-sg/flights-from-singapore-to-los-angeles>
- [7] Independent: THE WORLD'S LONGEST FLIGHT PREPARES FOR TAKE-OFF: DOHA TO AUCKLAND WILL CROSS 10 TIME ZONES [online]. 2017 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.independent.co.uk/travel/news-and-advice/worlds-longest-flight-doha-auckland-qatar-airways-london-heathrow-a7560531.html>
- [8] Qantas: The fastest way to Australia [online]. 1. 8. 2019n. I. [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.qantas.com/gb/en/promotions/fly-non-stop-to-australia.html>
- [9] Emirates: Emirates Goes Non-Stop Dubai-Auckland from March [online]. Dubai, UAE, 28. 1. 2016n. I. [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.emirates.com/media-centre/emirates-goes-non-stop-dubai-auckland-from-march>
- [10] EASA: EASA 2009.OP.23 SAPOX STUDY REPORT [online]. 2009 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/4RET0706%20ed6%20-%20SAPOX%20Study%20Report%20111005.pdf>
- [11] PALEČEK, František. Patofyziologie dýchání. Praha: Academia, 1999. ISBN 80-200-0723-7.
- [12] EASA: Certification Specifications for Large Aeroplanes CS-25 [online]. 2008 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/CS-25%20Amdt%205.pdf>
- [13] DEHART, Roy L. Health Issues of Air Travel. Annual Review of Public Health [online]. 2003, **24**(1), 133-151 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1146/annurev.publhealth.24.100901.140853. ISSN 0163-7525. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.publhealth.24.100901.140853>

- [14] GRÜN, Gunnar, Michael TRIMMEL a Andreas HOLM. Low humidity in the aircraft cabin environment and its impact on well-being – Results from a laboratory study. *Building and Environment* [online]. 2012, **47**, 23-31 [cit. 2020-07-24]. DOI: 10.1016/j.buildenv.2011.05.004. ISSN 03601323. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132311001430>
- [15] PETERSON, Drew C., Christian MARTIN-GILL, Francis X. GUYETTE, Adam Z. TOBIAS, Catherine E. MCCARTHY, Scott T. HARRINGTON, Theodore R. DELBRIDGE a Donald M. YEALY. Outcomes of Medical Emergencies on Commercial Airline Flights. *New England Journal of Medicine* [online]. 2013, **368**(22), 2075-2083 [cit. 2020-07-15]. DOI: 10.1056/NEJMoa1212052. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1212052>
- [16] KESAPLI, Mustafa, Can AKYOL, Faruk GUNGOR, Angelika Janitzky AKYOL, Dilek Soydam GUVEN a Gokhan KAYA. Inflight Emergencies During Eurasian Flights. *Journal of Travel Medicine* [online]. 2015, **22**(6), 361-367 [cit. 2020-07-15]. DOI: 10.1111/jtm.12230. ISSN 1195-1982. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jtm/article-lookup/doi/10.1111/jtm.12230>
- [17] KIM, Jung Ha, Smi CHOI-KWON a Young Hwan PARK. Comparison of inflight first aid performed by cabin crew members and medical volunteers. *Journal of Travel Medicine* [online]. 2017, **24**(2) [cit. 2020-07-15]. DOI: 10.1093/jtm/taw091. ISSN 1195-1982. Dostupné z: <http://academic.oup.com/jtm/article/doi/10.1093/jtm/taw091/2930766/Comparison-of-inflight-first-aid-performed-by>
- [18] MARTIN-GILL, Christian, Thomas J. DOYLE a Donald M. YEALY. In-Flight Medical Emergencies. *JAMA* [online]. 2018, **320**(24) [cit. 2020-07-15]. DOI: 10.1001/jama.2018.19842. ISSN 0098-7484. Dostupné z: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2018.19842>
- [19] HTMCO: Assessing fitness to fly: Guidelines for medical professionals from the Aviation Health Unit, UK Civil Aviation Authority [online]. 2011 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: [http://www.htmco.co.uk/resource/data/htmco1/docs/Fitness\\_To\\_Fly\\_-\\_Dec\\_2011.pdf](http://www.htmco.co.uk/resource/data/htmco1/docs/Fitness_To_Fly_-_Dec_2011.pdf)
- [20] Smartwings: Zdravotní omezení [online]. [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.smartwings.com/zdravotni-omezeni/>
- [21] ARENDT, J a V MARKS. Physiological changes underlying jet lag. *BMJ* [online]. 1982, **284**(6310), 144-146 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1136/bmj.284.6310.144. ISSN 0959-8138. Dostupné z: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.284.6310.144>
- [22] WATERHOUSE, Jim, Thomas REILLY a Greg ATKINSON. Jet-lag. *The Lancet* [online]. 1997, **350**(9091), 1611-1616 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1016/S0140-6736(97)07569-7. ISSN 01406736. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673697075697>
- [23] MONEY, K E. Motion sickness. *Physiological Reviews* [online]. 1970, **50**(1), 1-39 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1152/physrev.1970.50.1.1. ISSN 0031-9333. Dostupné z: <https://www.physiology.org/doi/10.1152/physrev.1970.50.1.1>

- [24] MURDIN, L., J. GOLDING a A. BRONSTEIN. Managing motion sickness. BMJ [online]. 2011, **343**(dec02 1), d7430-d7430 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1136/bmj.d7430. ISSN 0959-8138. Dostupné z: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.d7430>
- [25] BOUWENS, Joyce M.A., Luisa FASULO, Suzanne HIEMSTRA-VAN MASTRIGT, Udo W. SCHULTHEIS, Alessandro NADDEO a Peter VINK. Effect of in-seat exercising on comfort perception of airplane passengers. Applied Ergonomics [online]. 2018, **73**, 7-12 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1016/j.apergo.2018.05.011. ISSN 00036870. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003687018301340>
- [26] BRUNDRETT, Geoffrey. Comfort and health in commercial aircraft: a literature review. Journal of the Royal Society for the Promotion of Health [online]. 2016, **121**(1), 29-37 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1177/146642400112100108. ISSN 1466-4240. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/146642400112100108>
- [27] LURATI, Ann Regina. Health Issues and Injury Risks Associated With Prolonged Sitting and Sedentary Lifestyles. Workplace Health & Safety [online]. 2017, **66**(6), 285-290 [cit. 2020-07-15]. DOI: 10.1177/2165079917737558. ISSN 2165-0799. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2165079917737558>
- [28] KORSHØJ, Mette, Marie Birk JØRGENSEN, David M HALLMAN, Julie LAGERSTED-OLSEN, Andreas HOLTERMANN a Nidhi GUPTA. Prolonged sitting at work is associated with a favorable time course of low-back pain among blue-collar workers: a prospective study in the DPhacto cohort. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health [online]. 2018, **44**(5), 530-538 [cit. 2020-07-15]. DOI: 10.5271/sjweh.3726. ISSN 0355-3140. Dostupné z: [http://www.sjweh.fi/show\\_abstract.php?abstract\\_id=3726](http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=3726)
- [29] NODDELAND, H. a J. WINKEL. Effects of leg activity and ambient barometric pressure on foot swelling and lower-limb skin temperature during 8 h of sitting. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology [online]. 1988, **57**(4), 409-414 [cit. 2020-07-17]. DOI: 10.1007/BF00417985. ISSN 0301-5548. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00417985>
- [30] MITTERMAYR, Markus, Dietmar FRIES, Hannes GRUBER, et al. Leg edema formation and venous blood flow velocity during a simulated long-haul flight. Thrombosis Research [online]. 2007, **120**(4), 497-504 [cit. 2020-07-17]. DOI: 10.1016/j.thromres.2006.12.012. ISSN 00493848. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0049384806005202>
- [31] POTTIER, M., A. DUBREUIL a H MONOD. The Effects of Sitting Posture on the Volume of the Foot\*. Ergonomics [online]. 1969, **12**(5), 753-758 [cit. 2020-07-25]. DOI: 10.1080/00140136908931092. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140136908931092>
- [32] SINIARSKI, Aleksander, Ewa WYPASEK, Kamil FIJOREK, Grzegorz GAJOS a Anetta UNDA. Association between thrombophilia and seated immobility venous thromboembolism. Blood Coagulation & Fibrinolysis [online]. 2014, **25**(2), 135-141 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1097/MBC.0b013e3283648163. ISSN 0957-5235. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00001721-201403000-00007>
- [33] VOJÁČEK, Jan a Martin MALÝ. Arteriální a žilní trombóza v klinické praxi. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0501-x.

- [34] KVASNIČKA, Jan. Trombofilie a trombotické stavy v klinické praxi. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-7169-993-4.
- [35] WIDIMSKÝ, Jiří a Jaroslav MALÝ. Akutní plicní embolie a žilní trombóza. Praha: Triton, 2002. ISBN 80-7254-258-3.
- [36] HOMANS, John. Thrombosis of the Deep Leg Veins Due to Prolonged Sitting. New England Journal of Medicine [online]. 1954, **250**(4), 148-149 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1056/NEJM195401282500404. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM195401282500404>
- [37] HOMANS, John. Thrombosis of the Deep Leg Veins Due to Prolonged Sitting. New England Journal of Medicine [online]. 1954, **250**(4), 148-149 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1056/NEJM195401282500404. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM195401282500404>
- [38] ESSIEN, Eno-Obong, Parth RALI a Stephen C. MATHAI. Pulmonary Embolism. Medical Clinics of North America [online]. 2019, **103**(3), 549-564 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1016/j.mcna.2018.12.013. ISSN 00257125. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025712518301780>
- [39] BYARD, Roger W. Deep venous thrombosis, pulmonary embolism and long-distance flights. Forensic Science, Medicine and Pathology [online]. 2019, **15**(1), 122-124 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1007/s12024-018-9991-9. ISSN 1547-769X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12024-018-9991-9>
- [40] TRUNK, Andrew D., Matthew T. RONDINA a David A. KAPLAN. Venous Thromboembolism at High Altitude: Our Approach to Patients at Risk. High Altitude Medicine & Biology [online]. 2019, **20**(4), 331-336 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1089/ham.2019.0049. ISSN 1557-8682. Dostupné z: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ham.2019.0049>
- [41] DESTEFANO, Rob, Bryan KELLY a Joseph HOOPER. Svalová medicína: revoluční metoda k udržování, posilování a obnově svalů a kloubů. Olomouc: Poznání, c2010. ISBN 978-80-87419-03-8.
- [42] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [43] MCLEAN, L., R.N. SCOTT a J. RICKARDS. Measurement of muscle fatigue in the cervical and lumbar regions during prolonged sitting. In: Proceedings of the 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 'Magnificent Milestones and Emerging Opportunities in Medical Engineering' (Cat. No.97CH36136) [online]. IEEE, 1997, s. 1659-1662 [cit. 2020-07-26]. DOI: 10.1109/IEMBS.1997.757038. ISBN 0-7803-4262-3. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/757038/>
- [44] SADAI, Eri P. a Issachar GILAD. Harnessing an Ergonomic Solution for Prolonged Sitting in Flight. Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications [online]. 2015, **23**(1), 20-25 [cit. 2020-07-01]. DOI: 10.1177/1064804614526195. ISSN 1064-8046. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1064804614526195>
- [45] Researchgate.net: Risk Factor Analysis in Sedentary Office Workers with Low Back Pain [online]. 2017 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/publication/326648677\\_Risk\\_Factor\\_Analysis\\_in\\_Sedentary\\_Office\\_Workers\\_with\\_Low\\_Back\\_Pain](https://www.researchgate.net/publication/326648677_Risk_Factor_Analysis_in_Sedentary_Office_Workers_with_Low_Back_Pain)

[46] VAN DEURSEN, Leo L., Jaap PATIJN, John R. DURINCK, Ruud BROUWER, Jeanne R. VAN ERVEN-SOMMERS a Bernard J. VORTMAN. Sitting and low back pain: the positive effect of rotatory dynamic stimuli during prolonged sitting. *European Spine Journal* [online]. 1999, **8**(3), 187-193 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1007/s005860050155. ISSN 0940-6719. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s005860050155>

[47] AKKARAKITTICHOKE, Nipaporn a Prawit JANWANTANAKUL. Seat Pressure Distribution Characteristics During 1 Hour Sitting in Office Workers With and Without Chronic Low Back Pain. *Safety and Health at Work* [online]. 2017, **8**(2), 212-219 [cit. 2020-07-24]. DOI: 10.1016/j.shaw.2016.10.005. ISSN 20937911. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2093791117300896>

[48] HARTVIGSEN, Jan, Charlotte LEBOEUF-YDE, Svend LINGS a Elisabeth H. CORDER. Review Article: Is sitting-while-at-work associated with low back pain? A systematic, critical literature review. *Scandinavian Journal of Public Health* [online]. 2016, **28**(3), 230-239 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1177/14034948000280030201. ISSN 1403-4948. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/14034948000280030201>

[49] NBCI: CLASSIFICATION OF LOW BACK PAIN [online]. 2002 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2051084/#>

[50] AOTA, Yoichi, Haruhiko IIZUKA, Yusuke ISHIGE, Takashi MOCHIDA, Takeshi YOSHIHISA, Masaaki UESUGI a Tomoyuki SAITO. Effectiveness of a Lumbar Support Continuous Passive Motion Device in the Prevention of Low Back Pain During Prolonged Sitting. *Spine* [online]. 2007, **32**(23), E674-E677 [cit. 2020-07-24]. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318158cf3e. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-200711010-00028>

[51] FELDMAN, D. E. Risk Factors for the Development of Low Back Pain in Adolescence. *American Journal of Epidemiology* [online]. **154**(1), 30-36 [cit. 2020-07-17]. DOI: 10.1093/aje/154.1.30. ISSN 00029262. Dostupné z: <https://academic.oup.com/aje/article-lookup/doi/10.1093/aje/154.1.30>

[52] BURTON, A. Kim, K. Malcolm TILLOTSON, Chris J. MAIN a Sally HOLLIS. Psychosocial Predictors of Outcome in Acute and Subchronic Low Back Trouble. *Spine* [online]. 1995, **20**(6), 722-728 [cit. 2020-07-17]. DOI: 10.1097/00007632-199503150-00014. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-199503150-00014>

[53] POTTIER, M., A. DUBREUIL a H MONOD. The Effects of Sitting Posture on the Volume of the Foot\*. *Ergonomics* [online]. 1969, **12**(5), 753-758 [cit. 2020-07-25]. DOI: 10.1080/00140136908931092. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140136908931092>

[54] WINKEL, Jörgen. SWELLING OF THE LOWER LEG IN SEDENTARY WORK-A PILOT STUDY [online]. Lulea, Sweden, 1981 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhe1972/10/2/10\\_2\\_139/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhe1972/10/2/10_2_139/_pdf/-char/en). Studie. Work Physiology Division, Department of Human Work Sciences, University of Lulea.

[55] WINKEL, JØRGEN a KURT JØRGENSEN. Evaluation of foot swelling and lower-limb temperatures in relation to leg activity during long-term seated office work. *Ergonomics* [online]. 1986, **29**(2), 313-328 [cit. 2020-07-17]. DOI: 10.1080/00140138608968267. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140138608968267>

- [56] SEO, Akihiko, Masayuki KAKEHASHI, Satoko TSURU a Fumitaka YOSHINAGA. Leg Swelling during Continuous Standing and Sitting Work without Restricting Leg Movement. *Journal of Occupational Health* [online]. 2006, **38**(4), 186-189 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1539/joh.38.186. ISSN 1341-9145. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1539/joh.38.186>
- [57] STRANDEN, Einar. Dynamic leg volume changes when sitting in a locked and free floating tilt oé ce chair. *Ergonomics* [online]. 2010, **43**(3), 421-433 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1080/001401300184503. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/001401300184503>
- [58] SCHOBERSBERGER, Wolfgang, Markus MITTERMAYR, Petra INNERHOFER, et al. Coagulation changes and edema formation during long-distance bus travel. *Blood Coagulation & Fibrinolysis* [online]. 2004, **15**(5), 419-425 [cit. 2020-07-25]. DOI: 10.1097/01.mbc.0000114438.81125.cf. ISSN 0957-5235. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00001721-200407000-00008>
- [59] MITTERMAYR, Markus, Dietmar FRIES, Petra INNERHOFER, et al. Formation of Edema and Fluid Shifts During a Long-haul Flight. *Journal of Travel Medicine* [online]. 2003, **10**(6), 334-339 [cit. 2020-07-25]. DOI: 10.2310/7060.2003.9359. ISSN 11951982. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jtm/article-lookup/doi/10.2310/7060.2003.9359>
- [60] KRAAIJENHAGEN, Roderik A, Daniël HAVERKAMP, Maria MW KOOPMAN, Paolo PRANDONI, Franco PIOVELLA a Harry R BÜLLER. Travel and risk of venous thrombosis. *The Lancet* [online]. 2000, **356**(9240), 1492-1493 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)02878-6. ISSN 01406736. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673600028786>
- [61] SCURR, John H, Samuel J MACHIN, Sarah BAILEY-KING, Ian J MACKIE, Sally MCDONALD a Philip D Coleridge SMITH. Frequency and prevention of symptomless deep-vein thrombosis in long-haul flights: a randomised trial. *The Lancet* [online]. 2001, **357**(9267), 1485-1489 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04645-6. ISSN 01406736. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673600046456>
- [62] LAPOSTOLLE, Frédéric, Vanessa SURGET, Stephen W. BORRON, Michel DESMAIZIÈRES, Didier SORDELET, Claude LAPANDRY, Michel CUPA a Frédéric ADNET. Severe Pulmonary Embolism Associated with Air Travel. *New England Journal of Medicine* [online]. 2001, **345**(11), 779-783 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1056/NEJMoa010378. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa010378>
- [63] BELCARO, Gianni, George GEROUKAKOS, Andrew N. NICOLAIDES, Kenneth A. MYERS a Michelle WINFORD. Venous Thromboembolism from Air Travel. *Angiology* [online]. 2016, **52**(6), 369-374 [cit. 2020-07-18]. DOI: 10.1177/000331970105200601. ISSN 0003-3197. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/000331970105200601>
- [64] PÉREZ-RODRÍGUEZ, Esteban, David JIMÉNEZ, Gema DÍAZ, Ivan PÉREZ-WALTON, Manuel LUQUE, Carmen GUILLÉN, Eva MAÑAS a Roger D. YUSEN. Incidence of Air Travel-Related Pulmonary Embolism at the Madrid-Barajas Airport. *Archives of Internal Medicine* [online]. 2003, **163**(22) [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1001/archinte.163.22.2766. ISSN 0003-9926. Dostupné z: <http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archinte.163.22.2766>
- [65] HUGHES, RJ, RJ HOPKINS, S HILL, et al. Frequency of venous thromboembolism in low to moderate risk long distance air travellers: the New Zealand Air Traveller's Thrombosis (NZATT) study. *The Lancet* [online]. 2003, **362**(9401), 2039-2044 [cit. 2020-07-27]. DOI:

10.1016/S0140-6736(03)15097-0. ISSN 01406736. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673603150970>

[66] SCHWARZ, Thomas, Gabriele SIEGERT, Wolfram OETTLER, et al. Venous Thrombosis After Long-haul Flights. *Archives of Internal Medicine* [online]. 2003, **163**(22) [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1001/archinte.163.22.2759. ISSN 0003-9926. Dostupné z: <http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archinte.163.22.2759>

[67] KELMAN, C W. Deep vein thrombosis and air travel: record linkage study. *BMJ* [online]. 2003, **327**(7423), 1072-0 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1136/bmj.327.7423.1072. ISSN 0959-8138. Dostupné z: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.327.7423.1072>

[68] GAJIC, Ognjen, David O. WARNER, Paul A. DECKER, Rimki RANA, Denis L. BOURKE a Juraj SPRUNG. Long-Haul Air Travel Before Major Surgery: A Prescription for Thromboembolism? *Mayo Clinic Proceedings* [online]. 2005, **80**(6), 728-731 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1016/S0025-6196(11)61525-5. ISSN 00256196. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025619611615255>

[69] THE NEW ZEALAND MEDICAL JOURNAL: SIT (seated immobility thromboembolism) syndrome: a 21st century lifestyle hazard [online]. *Beasley*, 2005 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.542.679&rep=rep1&type=pdf>

[70] CANNEGIETER, Suzanne C, Carine J. M DOGGEN, Hans C VAN HOUWELINGEN, Frits R ROSENDAAL a Eduardo FRANCO. Travel-Related Venous Thrombosis: Results from a Large Population-Based Case Control Study (MEGA Study). *PLoS Medicine* [online]. 2006, **3**(8) [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1371/journal.pmed.0030307. ISSN 1549-1676. Dostupné z: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pmed.0030307>

[71] SUADICANI, Poul, Harald HANNERZ, Elsa BACH a Finn GYNTELBERG. cramped positions and risk of venous thromboembolism: cohort study. *JRSM Short Reports* [online]. 2012, **3**(2), 1-5 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1258/shorts.2011.011121. ISSN 2042-5333. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1258/shorts.2011.011121>

[72] ABELLÁS, María, Ana MENÉNDEZ, Raquel MORILLO, et al. Clinical Characteristics and Prognosis of Pulmonary Embolism Caused by Economy Class Syndrome. *Archivos de Bronconeumología (English Edition)* [online]. 2017, **53**(9), 495-500 [cit. 2020-08-08]. DOI: 10.1016/j.arbr.2017.07.006. ISSN 15792129. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1579212917302203>

[73] SANTOS, Brenda R., Christian LARIVIÈRE, Alain DELISLE, André PLAMONDON, Paul-Émile BOILEAU a Daniel IMBEAU. A laboratory study to quantify the biomechanical responses to whole-body vibration: The influence on balance, reflex response, muscular activity and fatigue. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2008, **38**(7-8), 626-639 [cit. 2020-08-01]. DOI: 10.1016/j.ergon.2008.01.015. ISSN 01698141. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814108000322>

[74] CLAUS, Andrew P., Julie A. HIDES, G Lorimer MOSELEY a Paul W. HODGES. Different Ways to Balance the Spine. *Spine* [online]. 2009, **34**(6), E208-E214 [cit. 2020-08-01]. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181908ead. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-200903150-00021>

[75] RINGHEIM, Inge, Aage INDAHL a Karin ROELEVELD. Alternating activation is related to fatigue in lumbar muscles during sustained sitting. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2014, **24**(3), 380-386 [cit. 2020-08-01]. DOI: 10.1016/j.jelekin.2014.01.011. ISSN 10506411. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1050641114000339>



- [76] CURRAN, Máire, Wim DANKAERTS, Peter O'SULLIVAN, Leonard O'SULLIVAN a Kieran O'SULLIVAN. The effect of a backrest and seatpan inclination on sitting discomfort and trunk muscle activation in subjects with extension-related low back pain. *Ergonomics* [online]. 2014, **57**(5), 733-743 [cit. 2020-08-01]. DOI: 10.1080/00140139.2014.897378. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139.2014.897378>
- [77] WAONGENNGARM, Pooriput, Bala S. RAJARATNAM a Prawit JANWANTANAKUL. Internal Oblique and Transversus Abdominis Muscle Fatigue Induced by Slumped Sitting Posture after 1 Hour of Sitting in Office Workers. *Safety and Health at Work* [online]. 2016, **7**(1), 49-54 [cit. 2020-07-26]. DOI: 10.1016/j.shaw.2015.08.001. ISSN 20937911. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2093791115000694>
- [78] DEERING, Rita E., Jonathon W. SENEFELD, Tatyana PASHIBIN, Donald A. NEUMANN a Sandra K. HUNTER. Muscle function and fatigability of trunk flexors in males and females. *Biology of Sex Differences* [online]. 2017, **8**(1) [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1186/s13293-017-0133-y. ISSN 2042-6410. Dostupné z: <https://bsd.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13293-017-0133-y>
- [79] JIA, Bochen a Maury A. NUSSBAUM. Influences of continuous sitting and psychosocial stress on low back kinematics, kinetics, discomfort, and localized muscle fatigue during unsupported sitting activities. *Ergonomics* [online]. 2018, **61**(12), 1671-1684 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1080/00140139.2018.1497815. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00140139.2018.1497815>
- [80] BAKER, Richelle, Pieter COENEN, Erin HOWIE, Ann WILLIAMSON a Leon STRAKER. The Short Term Musculoskeletal and Cognitive Effects of Prolonged Sitting During Office Computer Work. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2018, **15**(8) [cit. 2020-07-28]. DOI: 10.3390/ijerph15081678. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/8/1678>
- [81] DING, Yi, Yaqin CAO, Vincent G. DUFFY a Xuefeng ZHANG. It is Time to Have Rest: How do Break Types Affect Muscular Activity and Perceived Discomfort During Prolonged Sitting Work. *Safety and Health at Work* [online]. 2020, **11**(2), 207-214 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1016/j.shaw.2020.03.008. ISSN 20937911. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2093791119307875>
- [82] FRYMOYER, JOHN W., MALCOLM H. POPE, MICHAEL C. COSTANZA, JAMES C. ROSEN, JOYCE E. GOGGIN a DAVID G. WILDER. Epidemiologic Studies of Low-Back Pain. *Spine* [online]. 1980, **5**(5), 419-423 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1097/00007632-198009000-00005. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-198009000-00005>
- [83] SVENSSON, HANS-OLOF a GUNNAR B. J. ANDERSSON. The Relationship of Low-Back Pain, Work History, Work Environment, and Stress. *Spine* [online]. 1989, **14**(5), 517-522 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1097/00007632-198905000-00008. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-198905000-00008>
- [84] CHIOU, Wen-Ko, May-Kuen WONG a Yung-Hui LEE. Epidemiology of low back pain in Chinese nurses. *International Journal of Nursing Studies* [online]. 1994, **31**(4), 361-368 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1016/0020-7489(94)90076-0. ISSN 00207489. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0020748994900760>
- [85] OMOKHODION, F. O. Risk factors for low back pain among office workers in Ibadan, Southwest Nigeria. *Occupational Medicine* [online]. 2003, **53**(4), 287-289 [cit. 2020-07-24]. DOI: 10.1093/occmed/kqg063. ISSN 0962-7480. Dostupné z: <https://academic.oup.com/occmed/article-lookup/doi/10.1093/occmed/kqg063>

- [86] CHEN, Jiu-Chiuan, Wen-Ruey CHANG, Wushou CHANG a David CHRISTIANI. Occupational factors associated with low back pain in urban taxi drivers. *Occupational Medicine* [online]. 2005, **55**(7), 535-540 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1093/occmed/kqi125. ISSN 1471-8405. Dostupné z: <http://academic.oup.com/occmed/article/55/7/535/1421975/Occupational-factors-associated-with-low-back-pain>
- [87] OKUNRIBIDO, Olanrewaju O., Marianne MAGNUSSON a Malcolm POPE. Delivery drivers and low-back pain: A study of the exposures to posture demands, manual materials handling and whole-body vibration. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2006, **36**(3), 265-273 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1016/j.ergon.2005.10.003. ISSN 01698141. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814105001757>
- [88] TISSOT, F., K. MESSING a S. STOCK. Studying the relationship between low back pain and working postures among those who stand and those who sit most of the working day. *Ergonomics* [online]. 2009, **52**(11), 1402-1418 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.1080/00140130903141204. ISSN 0014-0139. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00140130903141204>
- [89] SCHINKEL-IVY, Alison, Brian C. NAIRN a Janessa D.M. DRAKE. Investigation of trunk muscle co-contraction and its association with low back pain development during prolonged sitting. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2013, **23**(4), 778-786 [cit. 2020-07-24]. DOI: 10.1016/j.jelekin.2013.02.001. ISSN 10506411. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1050641113000357>
- [90] KĘDRA, Agnieszka, Aleksandra KOLWICZ-GAŃKO, Dominik SITARSKI, Paulina EWERTOWSKA a Dariusz CZAPROWSKI. Low Back Pain and Everyday Functioning of Students. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* [online]. 2016, **18**(1), 31-39 [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.5604/15093492.1198840. ISSN 1509-3492. Dostupné z: <http://899.indexcopernicus.com/abstracted.php?level=5&ICID=1198840>
- [91] KORSHØJ, Mette, David M HALLMAN, Svend Erik MATHIASSEN, Mette AADAHL, Andreas HOLTERMANN a Marie Birk JØRGENSEN. Is objectively measured sitting at work associated with low-back pain? A cross sectional study in the DPhacto cohort. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* [online]. 2018, **44**(1), 96-105 [cit. 2020-08-02]. DOI: 10.5271/sjweh.3680. ISSN 0355-3140. Dostupné z: [http://www.sjweh.fi/show\\_abstract.php?abstract\\_id=3680](http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=3680)
- [92] BONTRUP, Carolin, William R. TAYLOR, Michael FLIESSER, Rosa VISSCHER, Tamara GREEN, Pia-Maria WIPPERT a Roland ZEMP. Low back pain and its relationship with sitting behaviour among sedentary office workers. *Applied Ergonomics* [online]. 2019, **81** [cit. 2020-07-23]. DOI: 10.1016/j.apergo.2019.102894. ISSN 00036870. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003687019301279>
- [93] IATA: WATS World Air Transport Statistics 2019 [online]. 2019 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.iata.org/contentassets/a686ff624550453e8bf0c9b3f7f0ab26/wats-2019-mediakit.pdf>

## **Seznam obrázků**

Obrázek č. 1 - Akutní flebotrombóza levé dolní končetiny [33]

Obrázek č. 2 – PRISMA diagram zabývající se tématem otoku dolních končetin

Obrázek č. 3 – PRISMA diagram zabývající se tématem hluboké žilní trombózy a plicní embolie

Obrázek č. 4 – PRISMA diagram zabývající se tématem svalové únavy

Obrázek č. 5 – PRISMA diagram zabývající se tématem bolesti bederní části zad

## **Seznam tabulek**

Tabulka č. 1 - Tabulka nejdelších letů seřazené dle ortodromické vzdálenosti

Tabulka č. 2 - Tabulka sledující počet zdravotních indispozicí za letu

Tabulka č. 3 - Tabulka s možnými potížemi způsobené dlouhou dobou sezení

Tabulka č. 4 - Klinické stavy a jejich možný rizikový efekt ve vývoji žilní trombózy

Tabulka č. 5 - Tabulka s klíčovými slovy pro vyhledání článků

Tabulka č. 6 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se otoky dolních končetin při dlouhodobém sezení

Tabulka č. 7 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se hlubokou žilní trombózou a plicní embolií

Tabulka č. 8 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se svalovou únavou

Tabulka č. 9 - Tabulka s výsledky hodnot zaznamenaných ve studiích zabývajících se bolestí bederní částí zad