

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady*

Petra Kotíková

**Jak vypovídá vyšetření akcelerometrem o funkci
horních končetin u nemocných s roztroušenou
sklerózou mozkomíšní?**

*How related an accelerometer's examination with upper limb
function in patients with multiple sclerosis?*

Bakalářská práce

Praha, květen 2019

Autor práce: **Petra Kotíková**

Studijní program: **Fyzioterapie**

Bakalářský studijní obor: **Specializace ve zdravotnictví**

Vedoucí práce: **doc. PhDr. Kamila Řasová, Ph.D.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika rehabilitačního lékařství, FNKV v Praze**

Předpokládaný termín obhajoby: **červen 2019**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 24. května 2019

Petra Kotíková

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní doc. PhDr. Kamile Řasové, Ph.D., vedoucí této bakalářské práce, za její odborné vedení, připomínky, čas a ochotu, které mi po celou dobu psaní práce věnovala.

Na závěr bych chtěla poděkovat svému manželovi a celé své rodině za podporu po celou dobu studia a plnění mého snu. Bez jejich obětavosti, trpělivosti, vstřícnosti a povzbuzování by tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

Práce se zabývá vyšetřením třesu horních končetin u osob s roztroušenou sklerózou a zdravých jedinců. U každého probanda byla odebrána základní anamnéza, provedena tři klinická vyšetření na funkci horních končetin (Hand grip strength, Nine-hole peg test, Coin rotation task) a akcelerometrické vyšetření pro posouzení frekvence a míry třesu horních končetin.

Práce je členěna na teoretickou část obsahující základní informace o roztroušené skleróze, podrobně popsané typy a dělení třesu a možnosti jeho vyšetření. Praktická část obsahuje stanovené cíle a hypotézy, metodiku vyšetření a podrobně zpracované výsledky s diskuzí a závěrem.

Celkem bylo vyšetřeno 17 lidí s roztroušenou sklerózou mozkomíšní a 18 zdravých jedinců. Ukázalo se, že nemocní mají významně slabší sílu stisku dominantní ruky ($p=0,018$), významně zhoršenou jemnou motoriku ($p=0,001$ pro pravou a $p=0,001$ pro levou horní končetinu) a obratnost obou horních končetin ($p=0,001$ pro pravou a $p=0,000$ pro levou horní končetinu). Srovnáním výsledků klinických testů mezi zdravými muži a ženami bylo prokázáno, že muži mají na rozdíl od žen významně vyšší sílu stisku obou horních končetin ($p=0,000$ pro pravou a $p=0,000$ pro levou horní končetinu). Spektrální analýzou třesu bylo zjištěno, že u osob s roztroušenou sklerózou se frekvence maximálního třesu ($p=0,015$) a míra třesu na této frekvenci ($p=0,000$) významně liší od zdravých jedinců a současně, že obě ruce jsou postiženy třešem stejnou měrou ($p=0,000$ pro pravou a $p=0,000$ pro levou horní končetinu).

Jak výsledky klinických funkčních testů, tak výsledky spektrální analýzy třesu prokázaly statisticky významné rozdíly funkce horních končetin u lidí s roztroušenou sklerózou v porovnání se zdravými jedinci.

Klíčová slova: třes, vyšetření horní končetiny, akcelerometr, klinická vyšetření, spektrální analýza třesu

Abstract

The work deals with the examination of upper limb tremor in people with multiple sclerosis and healthy individuals. A basic medical history was taken for each of the probands, three clinical examinations were performed for the upper limbs function (Hand grip strength, Nine-hole peg test, Coin rotation task) and the accelerometric examination for the assessment of the frequency and rate of tremor of the upper limbs.

The thesis is divided into a theoretical part containing basic information about multiple sclerosis, detailed types and classification of tremor and possibilities of its examination. The practical part contains set goals and hypotheses, methodology of examination and detailed results with discussion and conclusion.

A total of 17 people with multiple sclerosis and 18 healthy individuals were examined. It has been shown that the patients have a significantly weaker strength of the dominant hand ($p=0.018$), significantly impaired fine motor skills ($p=0.001$ for the right and $p=0,001$ for the left upper limb) and dexterity of both upper extremities ($p=0.001$ for the right, $p=0.000$ for left upper limb). By comparing the results of clinical trials between healthy males and females, it has been shown that males, in contrast to females, have a significantly higher crush strength of both upper limbs ($p=0.000$ for the right and $p=0.000$ for the left upper limb). Spectral analysis of tremor has shown that in patients with multiple sclerosis, the frequency of maximum tremor ($p=0,015$) and rate of tremors at this frequency ($p=0,000$) is significantly different from that of healthy individuals, and at the same time that both hands are affected equally by tremors equally ($p=0,000$ for the right and $p=0,000$ for the left upper limb).

Both the results of clinical functional tests and the results of spectral analysis of tremor showed statistically significant differences in upper limb function in people with multiple sclerosis compared to healthy subjects.

Key words: tremor, upper limb examination, accelerometer, clinical examination, spectral analysis of tremor

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Roztroušená skleróza mozkomíšní	12
2.1 Etiopatogeneze.....	12
2.2 Klinický obraz	13
2.3 Typy průběhu roztroušené sklerózy.....	15
3. Třes.....	16
3.1 Klasifikace třesu	17
3.1.1 Klidový třes.....	17
3.1.2 Akční třes	17
3.2 Patofyziologie třesu	18
3.3 Syndromologická klasifikace třesu.....	19
3.4 Klinické jednotky třesu	20
3.4.1 Fyziologický třes.....	21
3.4.2 Akcentovaný fyziologický tremor	21
3.4.3 Esenciální třes.....	21
3.4.3.1 Varianty esenciálního tremoru	22
3.4.4 Třes u Parkinsonovy nemoci a parkinsonských syndromů.....	23
3.4.5 Mozečkový třes	23
3.4.6 Holmesův (rubrální) třes	24
3.4.7 Třes u Wilsonovy choroby.....	24
3.4.8 Polékové a toxické třesy.....	24
3.4.9 Psychogenní tremor	25
3.5 Třes u roztroušené sklerózy	25
3.5.1 Patofyziologie třesu u roztroušené sklerózy.....	26
3.6 Hodnocení třesu.....	27
3.6.1 Fyziologické techniky.....	27
3.6.2 Objektivní funkční testy	28
3.6.3 Subjektivní klinické metody.....	29
3.6.4 Vliv třesu na pacientův každodenní život	30
3.6.5 Hodnocení třesu u roztroušené sklerózy	30
4. Cíle práce a hypotézy	32
4.1 Cíle práce	32
4.2 Hypotéza	32
5. Metodika	33
5.1 Design studie a výběr probandů	33

5.2 Průběh vyšetření	33
5.3 Metoda vyšetření	34
5.3.1 Anamnéza	34
5.3.2 Subjektivní hodnocení zdraví.....	35
5.3.3 Klinické testy pro funkci horní končetiny.....	35
5.3.4 Vyšetření třesu pomocí akcelerometru	37
5.3.5 Zpracování a statistické vyhodnocení dat	39
6. Výsledky	40
6.1 Charakteristika souboru/vyšetřených probandů s roztroušenou sklerózou.....	40
6.2 Charakteristika souboru/vyšetřených probandů – kontrolní skupina.....	41
6.3 Anamnestické údaje (kouření a alkohol) a subjektivní pocit zdraví	42
6.4 Podrobnější charakteristika souboru osob s roztroušenou sklerózou.....	44
6.5 Klinická vyšetření horní končetiny.....	46
6.5.1 Statistické testování/zpracování dat z klinických vyšetření	48
6.5.2 Porovnání výsledků klinických testů u skupiny nemocných a zdravých osob (Dvouvýběrový <i>t-test RS vs. kontroly</i>)	49
6.5.3 Porovnání výsledků klinických testů v závislosti na pohlaví u RS a kontrol (Dvouvýběrový <i>t-test ženy RS vs. ženy kontroly</i>)	51
6.5.4 Porovnání výsledků klinických testů v závislosti na pohlaví u jedinců s roztroušenou sklerózou	55
6.5.5 Porovnání výsledků klinických testů v závislosti na pohlaví u zdravých osob (Dvouvýběrový <i>t-test zdravé ženy vs. zdraví muži</i>).....	56
6.6 Spektrální charakteristika třesu	58
6.6.1 Statistické testování/zpracování dat ze spektrální charakteristiky třesu.....	59
6.6.2 Porovnání f_{max} a PSD_{max} mezi skupinou nemocných a zdravých osob	60
6.6.3 Porovnání f_{max} a PSD_{max} pravé a levé horní končetiny mezi skupinou nemocných a zdravých osob	61
6.6.4 Porovnání f_{max} a PSD_{max} pravé a levé horní končetiny s a bez zrakové kontroly mezi skupinou nemocných a zdravých osob	63
7. Diskuze	64
7.1 Výběr probandů, charakteristika souboru	64
7.2 Charakteristika souboru osob s roztroušenou sklerózou	65
7.3 Kouření, alkohol a subjektivní pocit zdraví.....	66
7.4 Klinická vyšetření na funkci horní končetiny.....	68
7.5 Spektrální charakteristika třesu	70
7.6 Vzájemné porovnání výsledků klinických testů a spektrální analýzy třesu	72
8. Závěr	73
Seznam literatury	74

Seznam tabulek	83
Seznam grafů	85
Seznam obrázků	87
Přílohy	88

Seznam použitých zkratek a symbolů

cm.....	centimetr
CNS.....	centrální nervový systém
dB.....	decibel
EDSS.....	Expanded Disability Status Scale, Kurtzkeho stupnice
EMG.....	elektromyografie
f_{\max}	frekvence největšího třesu
FNKV.....	Fakultní nemocnice Královské Vinohrady
HAI	Hauser Ambulation Index
HK.....	horní končetina
Hz.....	Hertz
kg	kilogram
L	levá horní končetina
MSFC.....	Multiple Sclerosis Functional Composite
M-W test	Mannův–Whitneyův U test
N.....	počet osob
NHPT, 9HPT	Nine-Hole Peg Test
P	pravá horní končetina
PP.....	primárně progresivní
PSD	Power Spectral Density
PSD_{\max}	míra třesu
RR	relaps-remitentní
RS.....	roztřoušená skleróza
s.....	sekunda
SD	směrodatná odchylka
SP.....	sekundárně progresivní
TETRAS	Essential Tremor Rating Assessment Scale
VAS	Visual analog scale
WHIGET.....	Washington Heights-Inwood Genetic Study of Essential Tremor
\bar{x}	aritmetický průměr

1. Úvod

Třes se popisuje jako rytmický mimovolní pohyb postižené části těla způsobený střídavými stahy opačných svalových skupin (agonistů a antagonistů). Třes lze pozorovat za určitých okolností u všech osob, jak u zdravých jedinců v podobě fyziologického tremoru, tak také jako chorobný třes, který je průvodním jevem řady onemocnění a jeho přítomnost má diagnostický význam. Různé druhy třesu lze hodnotit subjektivně pomocí klinických škál, ovšem měření třesu pomocí akcelerometru představuje šanci, jak třes objektivizovat.

Až u 60 % jedinců s roztroušenou sklerózou se objevuje třes horních končetin, který výrazným způsobem snižuje schopnost vykonávat běžné činnosti. Třes se společně s mozečkovou ataxií podílí na dysfunkci horních končetin, která byla do nedávné doby podceňována. Ukazuje se, že dysfunkce horních končetin je poměrně běžným příznakem u roztroušené sklerózy a vede ke snížení nezávislosti postižených osob a k celkovému snížení kvality jejich života.

Cílem této práce je vyšetřit třes horních končetin pomocí klinických testů na funkci horních končetin a pomocí akcelerometru, a to jak u osob s roztroušenou sklerózou mozkomíšní tak u kontrolní skupiny osob. A zjistit, případně rozdíly mezi oběma skupinami.

2. Roztroušená skleróza mozkomíšní

Roztroušená skleróza (RS) je zánětlivé, autoimunitní a degenerativní onemocnění centrálního nervového systému, charakterizované demyelinizací a ztrátou axonů (McCreary et al., 2018; Zuvich et al., 2009). Ztráta nervových vláken vede k narůstajícímu fyzickému poškození v čase a je podstatou trvalé invalidity (Havrdová et al., 2015).

Roztroušená skleróza představuje progresivní a chronické onemocnění, které je v současné době nevléčitelné. Bývá diagnostikované nejčastěji mezi 20. a 40. rokem života, ale objevit se může již v dětství nebo naopak po 50. roce života (Havrdová, 2009; Raffel et al., 2016). Roztroušená skleróza postihuje častěji ženy než muže, a to v poměru 2:1. Vnímavost vůči chorobě je určena do určité míry geneticky (obdobně jako u jiných autoimunitních nemocí), v rodinách s výskytem roztroušené sklerózy je vyšší prevalence tohoto onemocnění. Významný podíl na rozvoji onemocnění mají též zevní vlivy prostředí. Za prokazatelné rizikové faktory se považují některé virové infekce, stres, nedostatek vitamínu D a kouření (Havrdová, 2009; Havrdová et al., 2015; Raffel et al., 2016).

S roztroušenou sklerózou se setkáváme nejčastěji u indoevropské rasy v oblasti mírného pásma a její prevalence se zvyšuje se zeměpisnou šířkou, což bývá dáváno do souvislosti s intenzitou slunečního svitu a nedostatkem vitamínu D. Rovňkové země jsou obvykle oblastí s nízkým rizikem výskytu onemocnění (Zuvich et al., 2009; Havrdová, 2009). Prevalence onemocnění v České republice se pohybuje mezi 100 až 150 na 100 000 obyvatel (Havrdová, 2009).

Roztroušená skleróza je chronické onemocnění centrálního nervového systému (CNS) charakterizované ztrátou motorické, smyslové případně autonomní funkce v důsledku demyelinizace a následného náhodného poškození axonů (Karussis, 2014). Jedná se o invalidizující onemocnění s velmi individuálním průběhem, které omezuje práceschopnost a později soběstačnost pacienta (Havrdová et al., 2015).

2.1 Etiopatogeneze

Roztroušenou sklerózu charakterizují mnohočetné zánětlivé infiltráty přítomné v CNS, především v bílé hmotě (Havrdová, 2009; Zuvich et al., 2009, Fillipi et al., 2019).

V akutních ložiscích (placích) se nachází aktivované T-lymfocyty a makrofágy, méně často pak B-lymfocyty. V zánětlivém plaku dochází k lokálnímu porušení hematoencefalické bariéry, což umožňuje vstup lymfocytů do nervové tkáně (Havrdová, 2009; Nevšimalová et al., 2002). V těchto ložiscích dochází k destrukci myelinu a v různé míře k poškození samotných nervových vláken. Nervová vlákna představují nositele funkce a v CNS neexistuje možnost jeho regenerace (Havrdová et al., 2015; Zuvich et al., 2009). Po odeznění akutní fáze zánětu dochází v určité míře k remyelinizaci. Míra poškození axonů rozhoduje o tíži klinického stavu. Funkce zachovaných vláken v akutně vzniklém ložisku může být též přechodně narušena přítomností edému (Havrdová et al., 2015).

Rozsah klinických příznaků je individuální, závisí na množství, velikosti a umístění ložisek zánětu v mozku, míše a mozkovém kmeni. Ložiska se nachází nejčastěji v bílé hmotě (myelinizovaná vlákna nervových buněk), v menší míře také v šedé hmotě (Fillipi et al., 2019; Havrdová et al., 2015). Aktivita zánětu se z centra ložiska postupně přesouvá na okraj, kde je dlouhodobě udržována a může znovu vzplanout na stejném či jiném místě. Postupem času v důsledku ztráty myelinu a nervových vláken dochází k atrofii nervového systému (Havrdová et al., 2015).

2.2 Klinický obraz

Roztroušená skleróza je autoimunitní, zánětlivé onemocnění, kdy jednotlivá zánětlivá ložiska mohou být rozeseta kdekoliv v centrálním nervovém systému (odtud pochází název *roztroušená*). Slovo *skleróza* odkazuje na zjizvení nervové tkáně v místech zánětlivých plaků (Zuvich et al., 2009).

Vlastní klinický obraz je dán lokalizací ložisek v CNS, přičemž některé oblasti jsou postiženy častěji (proto existují některé typické příznaky roztroušené sklerózy) naopak jiné vzácně. V případě, že se zánětlivý infiltrát objeví v místě, kde je pohromadě více důležitých drah, vzniká polysymptomatická ataka. Naopak, je-li zánět v oblasti kolem komor, klinická symptomatologie se nemusí projevit vůbec nebo jen velmi nespécificky (Havrdová et al., 2015).

Jedním z častých prvních příznaků nemoci bývá poškození optického nervu (**optická neuritida**), projevující se poruchou vizu (zamlžené vidění, bolest při pohybu bulbu, výpadky zorného pole, porucha barevného vidění) (Havrdová et al., 2015;

Havrdová, 2009; Hernandez et al., 2014; Nevšimalová et al., 2002). Mezi běžné příznaky patří také **porucha citlivosti** (hyperstezie, parestesie, hypostezie) objevující se na různých částech těla, bez jakékoli spojitosti s distribucí nervových kořenů nebo periferních nervů. V případě postižení zadních provazců míšních dochází ke ztrátě hlubokého cití a k rozvoji ataxie (Goldenberg, 2012; Nevšimalová et al., 2002).

K závažnějším příznakům (na počátku onemocnění i prognosticky) patří **centrální poruchy hybnosti** (postižení pyramidové dráhy) spojené se spasticitou, se zvýšenými šlachookosticovými reflexy a přítomností pyramidových iritačních jevů. Po odeznění akutní fáze může přetrvávat zvýšená únavnost končetiny a vyšší svalové napětí, které může být spojováno s bolestí, křečemi či klonickými záškuby na různé podněty (Goldenberg, 2012; Havrdová et al., 2015; Hernandez et al., 2014). V pozdějších stádiích nemoci se objevuje nejčastěji spastická paraparéza dolních končetin, která se projevuje poruchou chůze, neschopností popoběhnout, poskočit na jedné noze. Motorické postižení horních končetin se zpočátku projevuje jako neobratnost, ztráta koordinace, zpomalení pohybu, dochází ke snížení svalové síly, může se objevit dysmetrie, nemotornost a třes (Bertoni et al., 2015). Někdy se může vytvořit zánětlivé ložisko v místě, které bývá typicky postiženo u cévní mozkové příhody, poté vzniká i podobný nález, a to jednostranná hemiparéza. Postižení (dysfunkce) horní končetiny může mít unilaterální či bilaterální, objevuje se i v časném stádiu nemoci (Lamers & Feys, 2014).

Postižení mozečku patří k závažným projevům, v případě, že se objeví na počátku nemoci, znamená to rychlejší a závažnější invalidizaci pacienta. Mozečkové příznaky jsou intenzivní tremor (třes zvyšující se s přibližováním končetiny k cíli), ataxie (poruchy rovnováhy) a sakadovaná řeč (Compston & Coles, 2008). To obvykle vede k těžké poruše chůze i bez závažnějších paréz a k výraznému narušení sebeobsluhy. Mozečkový třes omezuje nejen pracovní výkon, ale běžnou sebeobsluhu (schopnost obléci se, najíst, napít, vyčistit si zuby atd.), je velmi invalidizující. Neschopnost udržet vzpřímený trup během chůze a pohybů, které vyžadují koordinaci osových svalů, znemožňuje člověku chůzi, běžné práce, kvalitní sed a vede k častým pádům. Postižení mozečku bývá často kombinované s postižením vestibulárních jader, zvyšuje se pocit nejistoty v prostoru a pravděpodobnost pádů (Havrdová et al., 2015; Havrdová, 2009; Nevšimalová et al., 2002).

S mírou poruchy hybnosti dolních končetin často souvisí **sfinkterové poruchy** (dlouhé míšní dráhy s velkou pravděpodobností výskytu demyelinizačních ložisek). Mezi

obtíže patří z počátku tzv. urgencye (pocit, že se pacient musí okamžitě vymočit, bez ohledu na náplň močového měchýře), později retence moči až močová inkontinence (Nevšimalová et. al, 2002, Havrdová et al., 2015).

Postižení mozkového kmene s sebou nese kromě paréz, poruchy citlivosti, poruchy koordinace, také postižení jader mozkových nervů. Z poškození mozkových nervů se často objevují okohybné poruchy (internukleární oftalmoplegie, dvojité vidění a nystagmus), dále neuralgie trigeminu, méně často pak paréza lícního nervu (Compston & Coles, 2008; Havrdová et al., 2015).

Až 85 % pacientů si stěžuje na výraznou **únavu**, která nesouvisí s fyzickou námahou (Havrdová et al., 2015). Únava je způsobena jednak prozánětlivým stavem centrálního nervového systému, dále zpomaleným vedením demyelinizovanými nervy a ztrátou axonů.

Deprese se vyskytuje až u poloviny pacientů s roztroušenou sklerózou v některé fázi choroby a významnou měrou snižuje kvalitu života. U těžších forem se objevují **poruchy kognice** především v oblasti paměti a koncentrace.

Zánětlivá ložiska se mohou vytvořit i v korové oblasti (začátek centrálního myelinu), vzácně se tak mohou objevit epileptické záchvaty, afázie nebo paroxysmální příznaky (Havrdová et al., 2015).

2.3 Typy průběhu roztroušené sklerózy

Roztroušená skleróza je nejčastější příčinou progresivní neurologické invalidity u mladých nemocných. Průběh onemocnění představuje buď akutně vzniklé neurologické obtíže (ataky) nebo pozvolný rozvoj neurologické disability.

V literatuře se udává, že až u 85 % pacientů onemocnění začíná střídáním atak a remisí. Ataka (relaps) představuje akutní vzplanutí choroby, charakterizované vznikem nových nebo zhoršením již existujících neurologických příznaků, které trvají minimálně 24 hodin (většinou dny, méně často týdny) a nejsou spojeny s probíhající horečnatou infekcí. Remise je období mezi atakami (Goldenberg, 2012; Havrdová, 2009; Hernandez et al. 2014; Nevšimalová et al., 2002). Po atakách následuje částečná nebo téměř úplná úzdrava. Období, kdy dochází ke střídání atak a remisí se nazývá **relaps-remitentní** a trvá přibližně 5–15 let (Havrdová, 2009; Havrdová et al., 2015).

Po této době onemocnění přechází do **sekundárně progresivního období** (chronicko-progresivní průběh), kdy se zánětlivá aktivita snižuje (ubývá atak) a převažují degenerativní pochody v CNS, postupně se zhoršuje invalidita pacienta. Přechod do chronicko-progresivního stadia je spojován s vyčerpáním rezerv nervového systému (po ztrátě kolem 40 % axonů) (Goldenberg, 2012; Havrdová, 2009). Zhruba 10 % pacientů má od začátku nemoci průběh **primárně progresivní**, kdy nejsou přítomné ataky, ale dochází k pozvolnému rozvoji invalidity. Tato forma onemocnění začíná většinou v pozdějším věku (okolo 40 let) a objevuje se častěji u mužů.

Vzácně může mít onemocnění i průběh **relabující-progredující**, kdy dochází k nárůstu invalidity mezi atakami a nedochází ke skutečným remisím. Jedná se o maligní průběh onemocnění, který může vést k těžké invaliditě až smrti během několika málo let (Goldenberg, 2012; Havrdová et al., 2015; Nevšimalová et al., 2002).

3. Třes

Třes (tremor) je rytmický mimovolní oscilační pohyb postižené části těla způsobený střídavými stahy svalových agonistů a antagonistů (Deuschl et al., 1998). Třes představuje nejčastější abnormální mimovolní pohyb (Růžička et al., 2002). S fyziologickým třesem se za určitých okolností můžeme setkat u každého zdravého jedince. Patologický třes může být příznakem různých neurologických onemocnění a chorobných stavů metabolického, toxického nebo jiného původu. Chorobný třes je nejčastějším příznakem extrapyramidových poruch hybnosti v důsledku poškození bazálních ganglií a jejich spojů. Kromě toho třes může vznikat i při poškození dalších systémů mozku, míchy a periferních nervů (Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003).

Třes se může objevit jako samostatný příznak, být součástí neurologického syndromu nebo být jedním z řady nespecifických příznaků neurologické či interní choroby, popřípadě může být i vedlejším projevem účinků farmakoterapie. Přítomnost tremoru je diagnostiky významná, pro některá onemocnění až patognomická.

3.1 Klasifikace třesu

Pro určení povahy a příčiny třesu je důležité, zda je vyjádřen více v klidu tzn. klidový třes, ve statické poloze (statický neboli posturální třes) nebo při pohybu (kinetický a intenční třes). Pro další klasifikaci má význam tělesná lokalizace, frekvence a amplituda, případně další přidružené příznaky (Růžička et al., 2002).

3.1.1 Klidový třes

Klidový třes se projevuje na postižené části těla v klidu bez volní kontrakce (např. ruce v klíně). Amplituda klidového třesu se zpravidla zvětšuje při rozrušení, mentální aktivitě a při volných pohybech jiné části těla (např. druhostranné končetiny). Při volném pohybu a statické poloze třes úplně mizí nebo se snižuje jeho amplituda (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003). Pomalý tremor s frekvencí 4–8 Hz je lokalizován především na ruce, kde má charakter “počítání mincí“, dále se vyskytuje v oblasti krčních svalů, rtů, jazyka a brady (Kolář et al., 2009). Klidový třes lze pozorovat např. u jedinců s Parkinsonovou nemocí. Vzniká při poruše bazálních ganglií.

3.1.2 Akční třes

Akční třes je jakýkoli třes, který vzniká při volní svalové aktivitě, řadíme sem třes posturální, izometrický a kinetický včetně intenčního (Deuschl et al., 1998).

Posturální (statický) třes se objevuje při aktivním držení příslušné části těla proti působení gravitace (např. předpažení extendovaných horních končetin). Vyskytuje se po dobu zapojení svalů do stabilizační funkce, vzniká při poruše bazálních ganglií. Izometrický třes je formou statického třesu, který se vyskytuje v důsledku izometrické svalové kontrakce přemáhající odpor nehybného předmětu (např. při zvedání těžkého břemene) (Růžička et al., 2002; Deuschl et al., 1998; Smaga, 2003).

Kinetický třes doprovází volní pohyby. Prostý kinetický třes vzniká při jakémkoliv volném (necíleném) pohybu na rozdíl od intenčního třesu, který se objevuje pouze při cílených pohybech (např. zkouška ukazovák-nos, pata-koleno) a jeho amplituda směrem k cíli roste (Deuschl et al., 1998). Intenční třes je typickým výrazem poruchy mozečku v důsledku selhání zpětnovazebných mechanismů, objevuje se na horních i dolních končetinách (Kolář et al., 2009). Vyznačuje se nepravidelností amplitudy, na

rozdíl od mozečkové ataxie je rytmický a má frekvenci kolem 10 Hz. Třes vázaný na specifickou činnost se objevuje pouze při výkonu určité specifické činnosti (např. psaní rukou, hra na hudební nástroj aj.) (Ulmanová & Růžička, 2003).

3.2 Patofyziologie třesu

Třes vzniká přítomností oscilátoru (zdroj rytmické aktivity) na jakékoli úrovni centrálního nervového systému. Pod vlivem různých okolností dojde ke spuštění fyziologických nebo patologických oscilátorů, které pak prostřednictvím nervových drah vnucují svou aktivitu příslušným svalovým skupinám. Rozlišují se periferní a centrální oscilátory. Předpokládá se, že jednotlivé typy tremoru jsou výsledkem izolovaných nebo různě kombinovaných jak periferních mechanismů, tak centrálních fyziologických či patologických oscilátorů (Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003).

Třes na podkladě **periferních mechanismů** vzniká reflexní činností s podílem mechanické složky (v závislosti na hmotnosti, tuhosti a dalších vlastnostech končetiny nebo jednotlivých segmentů). Počátečními mechanickými podněty mohou být různé faktory např. kardiobalisticke oscilace, nepravidelnosti v činnosti jednotlivých motorických jednotek ve statické poloze nebo při volném pohybu. Kromě mechanických faktorů ovlivňují periferní složku i míšní reflexy (Růžička et al., 2002; Hess & Pullman; 2012).

K odlišení periferního a centrálního původu třesu lze využít změny frekvence třesu při zatížení. Při zatížení segmentu postiženého třesem dojde ke zpomalení periferní složky třesu, centrální komponenta není zátěží ovlivněna (Růžička et al., 2002).

Jako **fyziologické centrální oscilátory** jsou považovány skupiny nervových buněk se zvýrazněnou schopností rytmické aktivace jako je např. oliva inferior či některá jádra thalamu. Tyto fyziologické oscilátory se zřejmě podílí na jemné regulaci svalového napětí v klidu i při pohybu. Oscilátor parkinsonského třesu leží zřejmě v bazálních gangliích, esenciálního třesu pak v oliva inferior (Růžička et al., 2002).

Mezi **patologické centrální oscilátory** patří poškození mozečku a zpětnovazebných drah. Mozeček představuje ústřední roli v kontrole postavení jednotlivých tělesných segmentů v prostoru a koordinaci prováděných pohybů. Třes se

objevuje nejen při lézích mozečkových jader, ale i při lézi drah zapojených do zpětnovazebných mozečkových okruhů (Růžička et al., 2002).

3.3 Syndromologická klasifikace třesu

Pro správnou klasifikaci třesu a adekvátní diagnostickou rozvahu je zapotřebí prostá aspekce a podrobný popis třesu (viz tabulka č. 1). Při popisu tremoru je nutné uvést jeho **lokalizaci** (např. hlava, brada, jazyk, měkké patro, prsty rukou, celá ruka, noha, celá končetina, generalizovaný třes, ale také třes hlasu při řeči, čtení), **vyvolávající nebo zvýrazňující okolnosti** (např. pozorování v klidu, se zvýšenou mentální zátěží, ve statické poloze, při cíleném a spontánním pohybu). Dále se hodnotí **frekvence třesu** (pomalá – méně než 4 Hz; střední 4 až 7 Hz; rychlá nad 7 Hz) a jeho **amplituda** (jemná – výchylky do 1 cm; střední 1 až 2 cm; hrubá nad 2 cm) (Růžička et al., 2002).

Při neurologickém vyšetření je potřeba zjistit další projevy, které mohou významně přispět k syndromologické klasifikaci třesu a k diagnostice příslušného onemocnění. Přidruženými projevy mohou být např. bradykineze, rigidita, změna svalového tonu (dystonie, spasticita), porucha držení těla nebo jeho částí (dystonie), mozečkové příznaky (ataxie, hypermetrie), pyramidové příznaky, známky polyneuropatie, poruchy stoje a chůze nebo známky systémového onemocnění (př. tyreotoxikóza).

Samozřejmostí je pečlivě odebraná osobní a rodinná anamnéza.

Tabulka 1: Semiologické dělení třesu. Převzato z: Růžička et al., 2002.

1. podle okolností vyvolávající nebo zvýrazňující třes		
klidový		
akční	posturální (statický)	prostý posturální třes ve specifické poloze izometrický
	kinetický	prostý kinetický třes při cílených pohybech – intenční při specifické činnosti
2. podle lokalizace (postižené tělesné části)		
např. hlava, jazyk, měkké patro, brada, prsty rukou, celá ruka, noha, celá končetina, dvě končetiny nebo jiné kombinace tělesných částí, případně generalizovaný třes		
3. podle frekvence a amplitudy třesu		
frekvence	pomalá (do 4 Hz)	
	střední (5–7 Hz)	
	rychlá (nad 7 Hz)	
amplituda	jemná (výchyly do 1 cm)	
	střední (1–2 cm)	
	hrubá (nad 2 cm)	
4. podle přítomnosti dalších neurologických příznaků		
např. rigidita, hypokineze, dystonie, myoklonus, ataxie, dysmetrie, kognitivní poruchy		

3.4 Klinické jednotky třesu

Třes může být projevem řady různých fyziologických i patologických stavů, poruch a onemocnění. Objevuje se jako izolovaný příznak (např. fyziologický tremor, esenciální tremor), jako pevná součást charakteristického syndromu (např. Parkinsonova nemoc), nebo v rámci širší symptomatiky (např. Wilsonova nemoc, některé otravy) (Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003).

3.4.1 Fyziologický třes

Fyziologický třes (posturální a kinetický) je přítomen u každého zdravého jedince, kdy každý kloub nebo sval může oscilovat. Amplituda fyziologického třesu je nízká, frekvence je vysoká pro ruce a prsty (okolo 6–12 Hz), naopak frekvence pro proximální klouby je nízká (Deuschl et al., 1998). Fyziologický třes vzniká při prochlazení, hladu, emoci, úzkosti, vyčerpání nebo účinkem kofeinu. Amplituda, frekvence a celkový obraz fyziologického tremoru je u každého individuální, neboť se jedná o výsledek souhry různých konstitučních a situačních podmínek (Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003). Fyziologický třes je většinou pouhým okem neviditelný, může být zesílen např. držením papíru v natažené ruce (Smaga, 2003).

3.4.2 Akcentovaný fyziologický tremor

Jedná se především o třes posturální, dobře viditelný, s vysokou frekvencí a jemnou amplitudou, současně nejsou přítomny známky žádného neurologického onemocnění. Příčina třesu je reverzibilní. K projevům dochází v souvislosti s celkovými metabolickými (např. hypertyreóza, hypoglykémie), endogenními nebo toxickými vlivy (např. intoxikace těžkými kovy, vedlejší účinek některých farmak nebo v rámci abstinčního syndromu po vysazení alkoholu) (Deuschl et al., 1998).

3.4.3 Esenciální třes

Esenciální tremor je nejčastější chorobná příčina třesu s prevalencí mezi 1 až 4 % (Růžička et al., 2002). Esenciální třes se vyskytuje ve formě hereditární s autozomálně dominantní dědičností, ale také jako sporadický (idiopatický). V literatuře se lze setkat s řadou synonym – benigní familiární tremor či Minorova choroba, senilní tremor (označení pro počátek třesu po 65. roce věku) nebo infantilní, juvenilní tremor s počátkem v dětství či mládí (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003).

Jedná se o bilaterální viditelný převážně symetrický posturální a kinetický třes o frekvenci 4–12 Hz, postihující nejčastěji horní končetiny, méně často hlavu, dolní končetiny a hlas (Deuschl et al., 1998). Pro dotyčného je těžké nebo nemožné se najíst pomocí nože a vidličky nebo pít ze sklenice. Projevy se mohou trvale vyskytovat jen na jediné části těla, ale zpravidla se postupně šíří na další tělesné části, končí případnou

generalizací. Esenciální tremor se může manifestovat v různém věku, nejčastější vrcholy vzniku projevů jsou ve druhé a šesté věkové dekádě. Esenciální třes je typicky monosymptomatické onemocnění, tzn., nejsou přítomny žádné jiné známky neurologického onemocnění. Ke zhoršení třesu dochází obvykle při emočním rozrušení, mezi zhoršující faktory patří únava, chlad, kofein, tabák, sexuální vzrušení a horečnaté onemocnění. Ke zmírnění třesu naopak dochází u 3/4 pacientů po požití malého množství alkoholu. Efekt nastupuje do 15 minut po individuálně účinné dávce a přetrvává zhruba 3 hodiny (Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003).

V diferenciální diagnostice se relativně často chybuje záměnou s Parkinsonovou nemocí, a to i v případech izolovaného akčního tremoru typického pro esenciální třes (Růžička et al., 2002).

3.4.3.1 Varianty esenciálního tremoru

Varianty esenciálního tremoru připomínají některými svými rysy esenciální třes, ale jejich nosologické zařazení není jasné.

Primární ortostatický tremor je charakterizovaný subjektivním pocitem nejistoty a nestability ve stoji, v těžších případech i při chůzi, vleže a vsedě se obtíže nevyskytují. Porucha se projevuje nepravidelným asynchronním třesem rychlé frekvence 13–18 Hz, který postihuje dolní končetiny a trup. Tremor se při stoji objevuje až po několika desítkách sekund (obvykle 20–40 s), při delším stání se stupňuje, při změně polohy nebo chůzi mizí (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002). Postiženy jsou osoby ve středním a starším věku. Diagnózu lze potvrdit EMG.

Třes vázaný na polohu a specifickou činnost zahrnuje *primární písářský tremor* (třes ruky pouze při psaní) a další specifické třesy např. u hudebníků (houslisté, klavíristé) a sportovců (hráči golfu) (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002).

Izolovaný hlasový třes (tremolo - kolísání frekvence a amplitudy tónu hlasu) je způsoben rytmickými oscilacemi svalů podílejících se na fonaci a dýchání. Hlasový tremor není provázen třesem žádné jiné části těla (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002).

Třes u dystonie

U některých nemocných se současně vyskytují projevy akčního třesu a dystonie. *Dystonický tremor* se objevuje na částech těla postižených dystonií, jako posturální třes vázaný na úsilí udržet postižený segment proti směru dystonického svalového stahu (např. třes hlavy u cervikální dystonie). Může se vyskytovat v podobě fokálního třesu, obvykle s nepravidelnými amplitudami a proměnlivou frekvencí (do 7 Hz) (Deuschl et al., 1998).

Třes asociovaný s dystonií se vyskytuje na částech těla, které nejsou postiženy dystonií (např. posturální třes rukou u pacientů s idiopatickým blefarospazmem) (Deuschl et al., 1998).

U *periferních neuropatií* (např. morbus Charcot-Marie-Tooth, spinální svalové atrofie, akutní nebo chronická zánětlivá demyelinizační neuropatie, metabolicky podmíněné polyneuropatie) je zvýšená tendence ke vzniku třesu. Neuropatický tremor je obvykle posturálního a kinetického charakteru, postiženy jsou končetiny, zpravidla bez třesu hlavy a hlasu (Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003).

3.4.4 Třes u Parkinsonovy nemoci a parkinsonských syndromů

Pro Parkinsonovu nemoc je typický klidový třes akra horní končetiny, který je zpravidla asymetrický. Frekvence třesu je 4 až 6 Hz. Tremor ustupuje při volném pohybu a mizí ve spánku. Ke zvýraznění třesu dochází stresem, mentálním úsilím, únavou, třes ruky se akcentuje pohybem druhostranné končetiny a při chůzi. Parkinsonský třes bývá doprovázen dalšími příznaky nemoci jako je rigidita, bradykineze, posturální poruchy a částečně se mírní dopaminergní léčbou (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002).

U parkinsonských syndromů se jedná většinou o kombinovaný třes posturální, kinetický a nepravidelný klidový třes, který neodpovídá na dopaminergní léčbu (Růžička et al., 2002).

3.4.5 Mozečkový třes

Mozečkový třes je intenční třes s posturální složkou obvykle asymetrické lokalizace na končetinách. Třes bývá pomalé frekvence do 4 Hz. Při plném vyjádření jako hrubý kymácivý třes ruší jakýkoliv volní pohyb a invalidizuje pacienta. Při cílených pohybech se k intenčnímu třesu přidává ataxie, hypermetrie a další projevy mozečkového

syndromu. Jinou formou mozečkového třesu je titubace, tzn. pomalé kontinuální posturální oscilace hlavy nebo celého těla, jejichž amplituda se zvyšuje při pohybech. Mozečkový třes bývá sekundárním projevem poškození mozečku různými příčinami (roztroušená skleróza, trauma, tumor, cévní léze). U hereditárních ataxií se na třesu spolupodílí poškození mozečku a jeho aferentních a eferentních drah. (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002; Ulmanová & Růžička, 2003).

3.4.6 Holmesův (rubrální) třes

Je kombinací klidového, intenčního a posturálního třesu pomalé frekvence do 4,5 Hz a hrubé, nepravidelné amplitudy. Třes bývá jednostranný nebo při vzácnějším oboustranném poškození asymetrický, vzniká na podkladě ložiskových lézí mozečku, talamu, mozkového kmene (horního mozečkového stonku) často jako následek cévní mozkové příhody. Holmesův třes vzniká typicky v časovém rozmezí od 4 týdnů do 2 let od proběhlé cerebrovaskulární příčiny. V literatuře se lze setkat se staršími názvy jako rubrální třes, mezencefalický tremor nebo Benediktův syndrom (Deuschl et al., 1998).

3.4.7 Třes u Wilsonovy choroby

K možným neurologickým projevům Wilsonovy nemoci (poškození mozku depozity mědi, obvykle v kombinaci s mozečkovým syndromem nebo demencí) patří třes nebo jakýkoliv jiný extrapyramidový příznak. Třes je často smíšený – klidový, statický a intenční. Klasickým příznak choroby je „flapping (třepotavý) tremor“ připomínající pohybem dlaní ve statické poloze plácání ptačích křídel (Růžička et al., 2002). Wilsonovu nemoc je nutno vyloučit při každé manifestaci třesu (či jiného extrapyramidového syndromu) u pacienta mladšího 45 let.

3.4.8 Polékové a toxické třesy

Polékový třes se objevuje v určitém časovém odstupu po podání léku, nejčastěji jako akcentovaný fyziologický třes při léčbě sympatomimetiky, xantinovými deriváty, lithiem nebo tricyklickými antidepresivy, valproátem a dalšími látkami. Klidový třes doprovázený dalšími příznaky parkinsonského syndromu může vzniknout při užívání neuroleptik či jiných preparátů blokujících dopaminové receptory. Při **toxickém třesu**

(rtuť, olovo, arzen, sirovodík) jsou obvykle přítomny i známky toxického poškození centrálního nervového systému (oko-hybné poruchy, poruchy chůze) (Ulmanová & Růžička, 2003).

Akcentovaný fyziologický třes bývá abstinenčním příznakem u alkoholiků, objevuje se či zhoršuje po skončení efektu alkoholu a při potřebě další dávky. Rozvine-li se toxická či metabolická encefalopatie při těžkém abúzu alkoholu, objevuje se intencním třesem pomalé frekvence a hrubé amplitudy, provázeným dalšími projevy cerebelární léze (Deuschl et al., 1998; Růžička et al., 2002).

3.4.9 Psychogenní tremor

Pro psychogenní původ třesu svědčí následující kritéria: anamnéza nasvědčující somatizaci, náhlý vznik třesu či náhlé remise, neobvyklá kombinace klidového, posturálního a intencního třesu. Při odvedení pozornosti nebo při volním pohybu druhostranné končetiny dochází k poklesu amplitudy a změně frekvence. U psychogenního tremoru se vyskytuje příznak koaktivace tzn., končetina postižená psychogenním třesem klade zvýšený odpor při pasivní flexi a extenzi, vymizí-li při odvedení pozornosti třes, ustane i odpor (Deuschl et al., 1998).

3.5 Třes u roztroušené sklerózy

Odhaduje se, že u 25 až 60 % osob s roztroušenou sklerózou se vyskytuje třes (Koch et al., 2007). Tremor se u nemocných může manifestovat na hlavě, krku, hlasivkách, trupu či končetinách (Alusi et al., 1999). U osob s roztroušenou sklerózou je přítomnost třesu často začleněna do komplexnějších pohybových poruch, tj. dysfunkce horních končetin. Dysfunkce horních končetin je poruchou různých složek pohybu, objevuje se třes, dysmetrie a další ataxické znaky (Alusi et al., 1999), a to dokonce i v časném stádiu nemoci (Lamers et Feys, 2014). Tremor horních končetin značně znemožňuje vykonávání některých běžných každodenních činností (tzn. ADL – activities daily of living) a tím významně snižuje kvalitu života nemocných (Yozbatiran et al., 2006).

U osob s roztroušenou sklerózou převládají dva typy třesu, a to posturální a kinetický třes. U pacientů se vyskytují dvě formy *kinetického třesu*. Za první, intencní třes,

kdy se amplituda zvyšuje během vizuálně řízených pohybů směrem cíli. Tento třes má tendenci se zhoršovat se zvyšujícími se požadavky na přesnost a je ovlivňován nerytmickými poruchami pohybu a hypotonií. Za druhé, akční třes, který je vidět při jakémkoli necíleném pohybu jako rytmické oscilace kolem trajektorie pohybu a je složením terminálního kinetického třesu a posturálního třesu ramene (Alusi et al., 1999). Klidový třes se u RS nevyskytuje (Alusi et al., 1999), Holmesův je u pacientů velmi vzácný (Koch et al., 2007).

Posturální třes může ovlivnit hlavu, krk, trup a končetiny. Třes hlavy může být v jakémkoliv směru a může přetrvávat, i v případě, že pacient leží, z důvodu kontinuálních svalových kontrakcí krčních a trupových svalů. Posturální třes nohou může být přítomný, primárně ortostatický třes se u RS nevyskytuje i když někdy může být spastická ataxie za něj zaměněna. Klonus nohou může být špatně interpretován jako třes, odlišit jej lze pomocí pasivního protažení svalů, při kterém se klonus zvýší, třes nikoliv (Alusi et al., 1999).

3.5.1 Patofyziologie třesu u roztroušené sklerózy

Mechanismus vyvolávající třes lze velmi těžko popsat, protože u roztroušené sklerózy dochází k mnohonásobnému poškození a výskyt třesu nemůže být spojován s jedním konkrétním ložiskem. Systematické posmrtné studie mezi lézemi a klinickými projevy nebyly dosud dělány (Koch et al., 2007). Nejčastěji vzniká třes u osob s roztroušenou sklerózou jako důsledek poškození mozečku nebo jeho aferentních/eferentních drah nebo mozkového kmene (Feys et al., 2005; Koch et al., 2007), určitou roli ve výskytu třesu mají i thalamická jádra (Alusi et al., 2001). Bilaterální výskyt třesu naznačuje, že poškození mozečku a jeho spojení bývá často multifokální (Koch et al., 2007).

3.6 Hodnocení třesu

Klinické měření třesu je obtížné, protože vlastnosti třesu jsou ovlivněny různými faktory včetně experimentálního prostředí, pacientova fyzického, emocionálního a mentálního stavu, stejně jako přirozenými cykly třesu. Hlavní problém při měření třesu je získat reprezentativní vzorek poruch pohybu, který je vzácně stabilní, pro vyvozování obecnějších závěrů (Bain, 1998).

Třes lze měřit: (a) fyziologickými technikami, (b) jednoduchými objektivními výkonovými testy, (c) subjektivními klinickými metodami nebo (d) alternativně podle výše invalidity, míry postižení a ovlivnění kvality života dotyčného (Bain, 1998; Panicker & Pal, 2003).

3.6.1 Fyziologické techniky

Pro hodnocení třesu jsou stále velmi populární klinické hodnotící škály, které mají jednu hlavní nevýhodou, a tou je subjektivní přístup hodnocení ze strany vyšetřovatele. Vyřešit tento problém mohou právě fyziologické techniky měření, které poskytují objektivní a přesné měření frekvence a velikosti třesu. Jedná se o metody relativně dostupné, ale časově náročnější na vyhodnocení ve srovnání s klinickými testy (Bain, 1998).

Existuje několik fyziologických technik např. akcelerometrie, EMG, použití gyroskopů, grafické tablety nebo využití snímání pohybu pomocí kamery (Bain, 1998; Panicker & Pal, 2003). Nejběžnějšími metodami jsou akcelerometrie a elektromyografie (EMG).

Akcelerometrie využívají snímače k měření zrychlení zkoumané části těla. Představuje hlavní nástroj pro identifikaci třesu, který je snadno pozorovatelný. Akcelerometr měří vektor zrychlení v tříose kartézské soustavě. Má tedy schopnost zachytit pohyb vyvolaný působením svalové síly proti gravitaci, a navíc zaznamená nestandardní frekvenci a amplitudu třesu.

Akcelerometr tvoří elektroindukční zařízení, které je obvykle založeno na piezoelektrickém jevu nebo změně kapacitance, a které je schopno měřit akceleraci nebo pohyb způsobený třesem. Toto zařízení generuje posloupnost hodnot představující okamžitou hodnotu zrychlení v daném čase ve třech osách pro část těla, na které byl

senzor upevněn. Tyto trendy jsou uloženy a jsou určeny k následné analýze. Výsledkem analýzy by měla být frekvence nebo nějaká harmonická frekvence odpovídající třesu, který byl měřen po dobu jedné minuty (Panicker & Pal, 2003; Andrade et al., 2013).

Miniaturní akcelerometry mohou být připojeny ke sledovaným třesoucím se částem těla, typicky končetinám a příležitostně k hlavě, krku nebo trupu, a neinterferují s volnými nebo nevolnými pohyby (Hess & Pullman, 2012).

Nevýhodou akcelerometrie je, že se měří pouze jeden aspekt jinak složitého komplexního pohybu, neměří tedy funkční neschopnost vyplývající z třesu (např. nemůže měřit ataxii, která komplikuje třes u osob s RS) (Panicker & Pal, 2003; Koch et al., 2007).

Elektromyografie (EMG) je metoda, která zaznamenává a zpracovává myoelektrický signál vznikající superpozicí jednotlivých aktivit většího počtu motorických jednotek během svalové kontrakce. Pomocí elektromyografického signálu lze diagnostikovat různé typy neuromuskulárních poruch. Signál zachycují elektrody, které jsou umístěné na povrchu kůže (pro zachycení aktivity velkého počtu motorických jednotek) nebo pomocí jehlové elektrody zavedené přímo do svalové tkáně (pro sledování menšího počtu motorických jednotek).

Při vyšetření třesu pomocí EMG se hodnotí frekvence, amplituda tremoru, a zda je signál synchronní nebo střídavý (Andrade et al., 2013). Synchronní záblesky aktivity lze pozorovat u esenciálního třesu, zatímco u Parkinsonovy nemoci je střídavá aktivita (Panicker & Pal, 2003).

EMG může poskytnout informace o náboru a synchronizaci motorických jednotek a může také objasnit vztah mezi zapojenými svaly a třesavými pohyby, odhalujícími, zda antagonistické svaly (jako flexory a extenzory zápěstí) pracují současně nebo střídavě, aby produkovaly třes (Hess & Pullman, 2012).

3.6.2 Objektivní funkční testy

Objektivní funkční/výkonové testy mají tu výhodu, že jsou objektivní, jednoduché, levné a stimulují aktivity z reálného života.

Volumetrický test (Test přelévání vody ze šálku) má dvě podoby, za první přelévání vody z jednoho šálku do druhého (bimanuální test kinetického třesu), nebo za druhé jako prostý test držení šálku plného vody po dobu 1 minuty (unilaterální posturální

třes). Tento jednoduchý test umožňuje pozorovat jednak schopnost pacienta dočasně potlačit třes (čas od začátku do prvního rozlití vody) a také schopnost potlačení amplitudy (z množství vylité vody). Omezením této metody je necitlivost k jemným oscilacím, a naopak u těžšího postižení je přítomen stropní efekt po rozlití veškeré vody (Bain, 1998).

Devítikolíkový test neboli *Nine-hole peg test* je široce používaným testem pro funkci horní končetiny. Výsledky testu jsou ovlivněny i jinými faktory (např. mluvením během testu) než jen třesem a u pacientů s těžkým poškozením může být problém zvednout nebo umístit jednotlivé kuličky (Bain, 1998).

Gibsonův labyrintový test (*Gibson maze test*) je kvantifikovatelná spirála, jejíž hodnocení se provádí na základě toho, kolikrát pacientova nakreslená čára překročí hranice tištěné spirály (Bain, 1998; Panicker & Pal, 2003).

Nevýhodou všech výše zmíněných testů je, že jsou nevhodné pro pacienty s těžkým třesem.

3.6.3 Subjektivní klinické metody

Nejdéle užívanou škálou pro měření třesu je *Fahnova – Tolosova škála* (*The Fahn – Tolos – Marin scale*) z roku 1988 (Fahn et al., 1988), která prošla v roce 1993 revizí (Fahn et al., 1993). Fahnova – Tolosova škála testuje třes jednotlivých částí těla (obličeje, jazyka, hlasu, hlavy, horních a dolních končetin) ve třech situacích, a to v klidu (klidový třes), při zaujetí antigravitační polohy (posturální třes) a při cílených pohybech (kinetický/intenční tremor). Dále je možné hodnotit i specifické pohybové aktivity např. psaní, kreslení, pití z pohárku a některé denní aktivity (Fahn et al., 1988, Fahn et al., 1993; Koch et al., 2007).

Dalším příkladem užívaných škál je *Bain Findley Clinical Tremor Rating Scale* z roku 1993 hodnotící závažnost klidového, posturálního a kinetického/intenčního třesu na hlavě, hlasu a končetinách pomocí škály od 0 do 10 (Elbe et al., 2013).

V současné době se užívají i jiné škály jako je např. *Essential Tremor Rating Assessment Scale (TETRAS)* pro hodnocení akčního třesu nebo *Washington Heights-Inwood Genetic Study of Essential Tremor (WHIGET)* pro klinické hodnocení esenciálního třesu. Každá škála hodnocení třesu měří subjektivně intenzitu tremoru

na stupnici od 0 do 4, kdy nula odpovídá normálnímu stavu a čtyřka popisuje závažný abnormální stav (Elbe et al., 2013; Andrade et al., 2013).

Dalším testem je *vyšetření kresbou Archimedovy spirály*, kdy je pacient instruován, aby nakreslil spirálu směrem od středu ven nejméně o pěti otáčkách. Pero je drženo normálním způsobem, předloktí položeno na stole. S růstem spirály se stále více projevuje tremor. Vyšetřující (zpravidla neurolog) hodnotí kresby s využitím numerické škály a předloh kreseb např. zaúhlení, zubatost či přerušování čar (Růžička et al., 2002). Třes lze hodnotit i z rukopisu pacienta. Tato metoda je rychlá, lze ji využít i k hodnocení účinku léčby a v případě nutnosti umožňuje zkontrolovat pacienta písemně i na dálku (Panicker & Pal, 2003; Růžička et al., 2002). Nevýhodou této metody je, že hodnocení s sebou nese určitý subjektivní pohled examínátora. Dalším mínusem této metody je nedostatečná charakteristika třesu jako je např. frekvence a amplituda (Andrade et al., 2013).

3.6.4 Vliv třesu na pacientův každodenní život

Dopad třesu na život pacientů lze posoudit různými způsoby, a to jako míru postižení (disability), handicap, kvalitu života nebo celkovou zátěž nemoci. Postižení, znevýhodnění (disabilita) s nímž se pacient potýká při běžných denních aktivitách lze kvantifikovat pomocí dotazníků pro obecné nebo specifické zdravotní postižení. Handicap (osoba se zdravotním postižením) je sociální důsledek specifického postižení a lze jej také kvantifikovat. Kvalita života měří subjektivní dojem pacienta z jeho stavu (Bain, 1998).

3.6.5 Hodnocení třesu u roztroušené sklerózy

Roztroušená skleróza postihuje všechny oblasti neurologických funkcí od mobility, obratnosti až po kognici a náladu. Vzhledem k širokému spektru funkčních poruch, které může toto onemocnění způsobit a ke skutečnosti, že stupeň a rychlost progresu funkčního poškození se liší od pacienta k pacientovi, měření postižení (disability) u roztroušené sklerózy je náročný úkol a stále aktivní oblastí výzkumu. Míra disability u RS se obvykle měří pomocí Kurtzkeho stupnice neboli Expanded Disability Status Scale (EDSS), která kvantifikuje míru postižení u jednotlivých funkčních systémů (zrak, motorika, kmenové a mozečkové funkce, sfinktery, senzitivní obtíže a orientační

hodnocení kognitivního postižení a únavy), ale nevyšetřuje třes (Kurtzke, 1983). Někdy se užívá jako alternativa k celkovému vyšetření míry zdravotního postižení Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC) test, který hodnotí pohyb končetin a obratnost rukou společně s kognitivními funkcemi. Výhodou je, že je to rychlý test, který má kvantitativní charakter, je snadno proveditelný, a hlavně souvisí s mírou postižení v běžných denních situacích (Koch et al., 2014).

Pro hodnocení závažnosti třesu u nemocných s roztroušenou sklerózou se často volí konvenční hodnotící škály, protože EDSS stupnice postižení toto hodnocení postrádá (Alusi et al., 1999). Většina metod pro měření třesu byla navržena především pro hodnocení klidového a posturálního třesu, zatímco doprovodná ataxie činí klinické hodnocení třesu u roztroušené sklerózy obtížnější. Dysfunkce horní končetiny u RS omezuje použitelnost některých testů pro měření třesu jako je např. kresba spirály, vzorky rukopisu nebo volumetrické testy. Totéž platí pro klinické hodnocení funkce horní končetiny jako je například Devítikolíkový test (Nine-hole peg test), který nelze použít u osob s těžkým postižením horních končetin (Alusi et al., 1999).

Hodnocení třesu u RS pomocí EMG, akcelerometrie, počítačových sledovacích testů je vždy spojeno s určitou nepřesností. EMG může poskytnout pouze neúplný popis pohybu končetin; vzhledem k tomu, že signály intenzivního třesu jsou nepřesné, sestávají z několika cyklů třesu a výsledný třes je kombinací intenzivního a kinetického třesu, kdy se jednotlivé frekvence překrývají a tím se snižuje poměr signál/šum (Alusi et al., 1999). Sledovací testy mohou být užitečné pro kvantifikaci třesu zahrnující pouze jeden kloub, ale jsou nevhodné pro hodnocení třesu distálních částí končetin, kdy je třes měřen přes dva a více kloubů.

Vždy je důležité provést celkové hodnocení zdravotního postižení pacienta s roztroušenou sklerózou, z důvodu možných závažných interakcí mezi třesem a ostatními neurologickými deficity (Alusi et al., 1999).

4. Cíle práce a hypotézy

4.1 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je:

- vyšetřit třes horních končetin u zdravých jedinců a u osob s roztroušenou sklerózou pomocí akcelerometru a klinických testů na funkci horních končetin,
- porovnat výsledky klinických testů na funkci horních končetin s výsledky charakteristik třesu naměřených pomocí akcelerometru u jedinců s roztroušenou sklerózou a u kontrolního souboru zdravých osob.

4.2 Hypotéza

Funkce horních končetin (vyšetřených pomocí klinických testů a akcelerometru) jsou u nemocných s roztroušenou sklerózou mozkomíšní více postiženy, než u zdravé populace.

5. Metodika

Tato studie probíhá v rámci projektu – *Vliv fyzioterapeutických facilitačních technik a virtuální reality na funkci horní končetiny u pacientů s roztroušenou sklerózou.*

Tato práce proběhla se souhlasem Etické komise Fakultní nemocnice Královské Vinohrady (EK - VP/23/0/2014), viz příloha č. 1. Všichni účastníci studie byli seznámeni s obsahem studie a dobrovolně podepsali informovaný souhlas.

5.1 Design studie a výběr probandů

Účast všech probandů ve studii byla dobrovolná. První skupinu probandů tvoří nemocní s jasně stanovenou diagnózou – roztroušená skleróza mozkomíšní, druhou kontrolní skupinu pak zdraví jedinci. Pro účely této práce byli zdraví jedinci definováni jako jedinci: bez definitivně diagnostikovaného neurologického onemocnění, bez úrazu či ortopedické operace během posledních 5 let či jiného úrazu nebo operace narušující lokomoci a motoriku horních končetin, negavidní ženy a jedinci bez akutních a chronických bolestí jakékoli etiologie (Horák, 2018).

Probandi byli vybíráni bez ohledu na pohlaví, u skupiny lidí s roztroušenou sklerózou i bez ohledu na věk. Jako první byla vyšetřena skupina lidí s roztroušenou sklerózou (RS), následně byli vyšetřeni a změřeni probandi z kontrolní skupiny – věkem a pohlavím párování s lidmi s RS.

Vyšetření každého probanda se skládalo z odebrání základní anamnézy a doplňujících informací (subjektivní hodnocení/pocit zdraví, kouření, alkohol), u pacientů s roztroušenou sklerózou navíc byly zjištěny údaje, týkající se jejich nemoci (podrobněji viz dále), z měření posturálního třesu pomocí akcelerometru a z podstoupení třech klinických testů na hodnocení funkce horní končetiny.

5.2 Průběh vyšetření

Na začátku vyšetření byl každý proband podrobně seznámen s obsahem studie, jakékoli doplňující otázky ze strany probanda mu byly zodpovězeny. Každý účastník

studie podepsal informovaný souhlas (viz příloha č. 2) a tím stvrdil svoji dobrovolnou účast.

Jako první byla zjištěna základní osobní anamnéza (věk, váha, výška, dominantní horní končetina) a doplňující informace (subjektivní hodnocení zdraví, vztah k alkoholu a kouření). U pacientů s roztroušenou sklerózou byly anamnestické údaje ještě doplněny o informace týkající se jejich onemocnění a pro hodnocení mobility byl použit Hauser Ambulation index (Hauser et al., 1983).

U všech probandů následovalo vyšetření klinickými testy na funkci horních končetin (celkem 3 testy - Hand grip, Nine-hole peg test, Coin rotation task) a na závěr měření třesu akcelerometrem. Celkem trvalo vyšetření přibližně 25 minut.

Jedinci s roztroušenou sklerózou byli vyšetřeni během listopadu a prosince roku 2018. Kontrolní skupina zdravých probandů pak během března a dubna 2019.

5.3 Metoda vyšetření

Tato studie navazuje na výzkum provedený Patrikem Horákem v rámci jeho bakalářské práce obhájené v roce 2018 (Horák, 2018), z tohoto důvodu je zachována jednotnost anamnestického dotazníku u všech vyšetřených osob a metodika vyšetření třesu pomocí klinických testů a akcelerometru. Metodika je popsána podrobněji níže.

5.3.1 Anamnéza

U všech probandů byly zjištěny základní anamnestické údaje (věk, váha, výška a dominance horní končetiny) a doplňující informace týkající se kouření a užívání alkoholu. Otázka byla položena ve smyslu „Jak často kouříte/ užíváte alkohol?“. Jednotlivé odpovědi byly ohodnoceny škálou 0–3, kdy 0 – abstinent/nekuřák, 1 – příležitostně (ne denně), 2 – denně, 3 – denně ve větším množství (až závislost).

U pacientů s roztroušenou sklerózou byly součástí anamnézy otázky týkající se jejich onemocnění (délka, kdy se objevily první příznaky, typ onemocnění, využití pomůcek při chůzi). Pro hodnocení mobility byl použit Hauser Ambulation Index (Hauser et al., 1983), kdy je hodnocení založeno na potřebě kompenzační pomůcky (jako jsou berle, hole, chodítka či invalidní vozík), schopnosti chůze a času potřebného k ujití 25

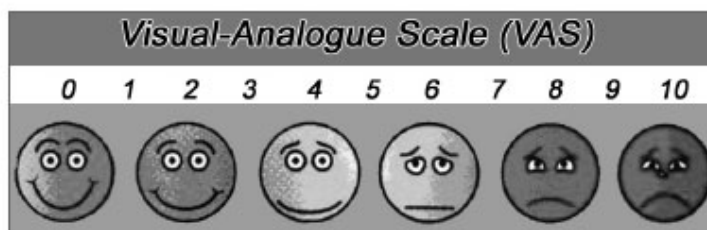
stop (přibližně 8 metrů). Výsledkem HAI je desetibodová stupnice (0–9), kde nula nepředstavuje žádné snížení aktivity (plně aktivní) a devítka úplnou závislost na invalidním vozíku a neschopnost samostatné chůze (Hauser et al., 1983; Bethoux & Bennett, 2011). Podrobněji viz příloha č. 3.

U kontrolní skupiny zdravých osob byly součástí anamnézy cílené otázky na zjištění případného neurologického onemocnění (podrobněji viz příloha č. 4). Osoby s pozitivní neurologickou anamnézou byly z výzkumu vyloučeny.

5.3.2 Subjektivní hodnocení zdraví

U všech osob byl zjištěn subjektivní pocit zdraví položením otázky: „Jak se dnes cítíte psychicky/duševně a fyzicky?“ a odpovědí pomocí vizuální analogové škály (Visual analog scale – VAS, viz obrázek č. 1). Bodová hodnota Vizuální analogové škály je v rozmezí 0–10, kdy desítka znamená nejhorší pocit zdraví, naopak nula nejlepší.

V případě, že probandův pocit psychického a fyzického zdraví byl odlišný, vypočítal se průměr obou hodnot.



Obrázek 1: Vizuální analogová škála (VAS), zdroj:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-72992009000100012&script=sci_arttext&tlng=en

5.3.3 Klinické testy pro funkci horní končetiny

Vyšetření síly stisku (**Hand grip strength**) horní končetiny bylo provedeno pomocí dynamometru firmy JAMAR (viz příloha č. 5, obrázek č. 2). Byla použita následující metodika (Bellace et al., 2000; Horák, 2018):

1. Proband si sedl na židli, úhel v kyčelních a kolenních kloubech se co nejvíce přiblížil 90°.

2. Paže byly volně u těla v neutrální pozici, loket byl držen v pravém úhlu, předloktí směřovalo vpřed, zápěstí bylo v ulnární dukci v rozmezí 0° až 15°.
3. Ruka s dynamometrem byla volně, nebyla podpírána vyšetřujícím ani loketní podpěrkou židle, dynamometr byl držen vertikálně v prodloužení předloktí.

Proband byl vyzván, aby stiskl dynamometr co největší silou. Síla stisku ruky byla měřena třikrát, a to jak na levé tak i na pravé ruce. Výsledky jednotlivých měření se pro každou horní končetinu zprůměrovaly a získala se výsledná hodnota síly stisku. Svalová síla stisku byla hodnocena v kilogramech.

Devítikolíkový test (Nine-Hole Peg Test – NHPT, 9HPT) je standardizovaným testem pro měření jemné motoriky horní končetiny. Vlastní test tvoří speciální plastová deska s devíti otvory a odkládací miska pro kolíčky (viz příloha č. 5, obrázek č. 3). Kolíčky mají tvar úzkého válce a úkolem testovaného je, co nejrychleji vložit po jednom, kolíčky do všech devíti dírek a následně, co nejrychleji vytáhnout kolíčky po jednom a umístit zpět do odkládací misky. Čas se měří pomocí stopek od okamžiku, kdy se proband dotkne prvního kolíčku, zastavuje se v okamžiku umístění posledního kolíčku zpět do odkládací misky (Mathiowetz et al., 1985; Horák, 2018).

Probandům bylo vysvětleno, že by během testu neměli mluvit. Testované osoby neměly možnost si vkládání kolíčků vyzkoušet před ostrým startem. Celkem byly provedeny dva pokusy pro levou a dva pokusy pro pravou horní končetinu. Výsledný výkon byl průměrem obou pokusů.

Test rotace mince (Coin rotation task/test) umožňuje otestovat schopnost jemné motoriky a koordinace pohybů prstů horní končetiny. Jedná se o rychlý a snadno proveditelný test, bez nároků na speciální vybavení. Test rotace mince spočívá v otáčení mince pomocí tří prstů, a to palce, ukazováčku a prostředníčku. V naší studii byla použita při testování česká pětikoruna.

Úkolem každého probanda bylo provést co nejrychleji dvacet půlotáček mince, čas byl měřen stopkami. V případě, že mince spadla na zem, čas se nezastavil, na stole byla připravena ještě jedna mince, kterou si dotyčný co nejrychleji vzal mezi prsty a v testu pokračoval.

Každý z účastníků studie měl možnost si před vlastním měřením otáčení mince vyzkoušet. Všichni probandi měli dva pokusy pro každou horní končetinu, výsledný čas byl průměrem obou měření (Heldner et al., 2014; Horák, 2018).

5.3.4 Vyšetření třesu pomocí akcelerometru

Měřicí zařízení: Vyšetření třesu bylo provedeno pomocí měřicího zařízení osazeného čipem MotionTracking sensor MPU-6050. Jedná se o tříosý akcelerometr a tříosý gyroskop, který je schopen měřit zrychlení až do ± 16 g (nastaven rozsah ± 2 g) a rotace až ± 2000 stupňů za vteřinu. Měřicí zařízení je řízeno mikrokontrolérem Atmel Mega 328, naměřená data jsou v průběhu měření ukládána na SD kartu a následně offline zpracována (Havlík et al., 2018; Horák, 2018). Měřicí zařízení viz příloha č. 5, obrázek č. 4.

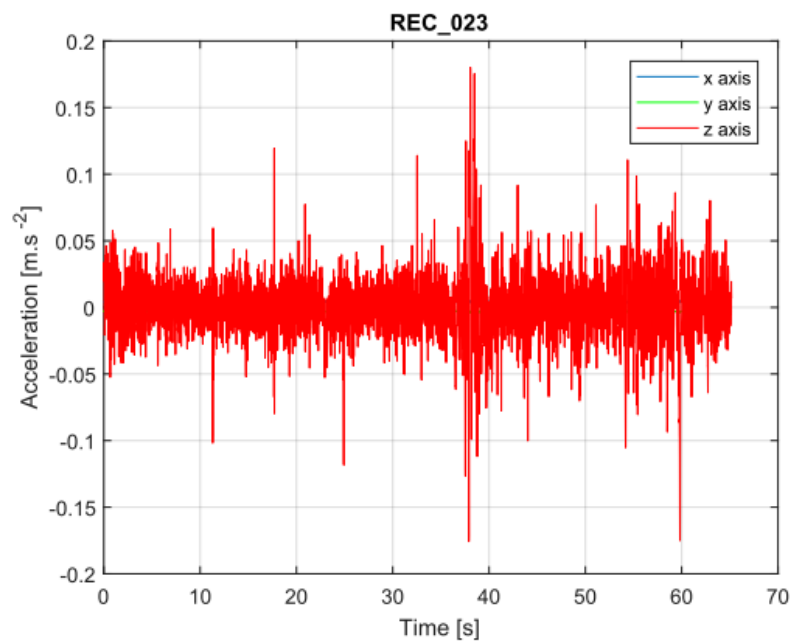
Metoda měření: Pomocí akcelerometru byl měřen posturální třes horní končetiny. Na proximální článek ukazováčku vyšetřované horní končetiny byl nasazen detektor ve formě akrylátového prstýnku. Měření probíhala ve vzpřímeném postoji (výjimku představovali někteří nemocní s roztroušenou sklerózou, pro které bylo těžké zaujmout tuto polohu, ti pak byli testováni vsedě a změna polohy byla zaznamenána) s extendovanou horní končetinou a extendovanými, mírně abdukovanými prsty. Nevyšetřovaná končetina volně spočívala vedle těla. Dolní končetiny byly mírně rozkročeny z důvodu stabilnějšího stoje (viz příloha č. 5, obrázek č. 5). Třes byl měřen na obou horních končetinách nejprve s očima otevřenými, poté ještě jednou se zavřenými. Každý jedinec byl změřen celkem čtyřikrát. Při měření s otevřenými očima byl dotyčný vyzván, aby se díval přímo před sebe a fixoval pohled do jednoho pomyslného bodu na zdi. Všechna měření promíchala minimálně jednu minutu (Havlík et al., 2018; Horák, 2018).

Měření a zpracování signálu: Tříosým akcelerometrem byl snímán třes ruky ve všech třech osách, následně pak bylo vypočteno celkové zrychlení. Vzorkovací frekvence záznamu byla 100 Hz. Výsledný záznam byl následně za účelem odstranění driftu izolované filtrován hornopropustným filtrem s mezním kmitočtem 0,5 Hz (Butterworthův filtr 4. řádu).

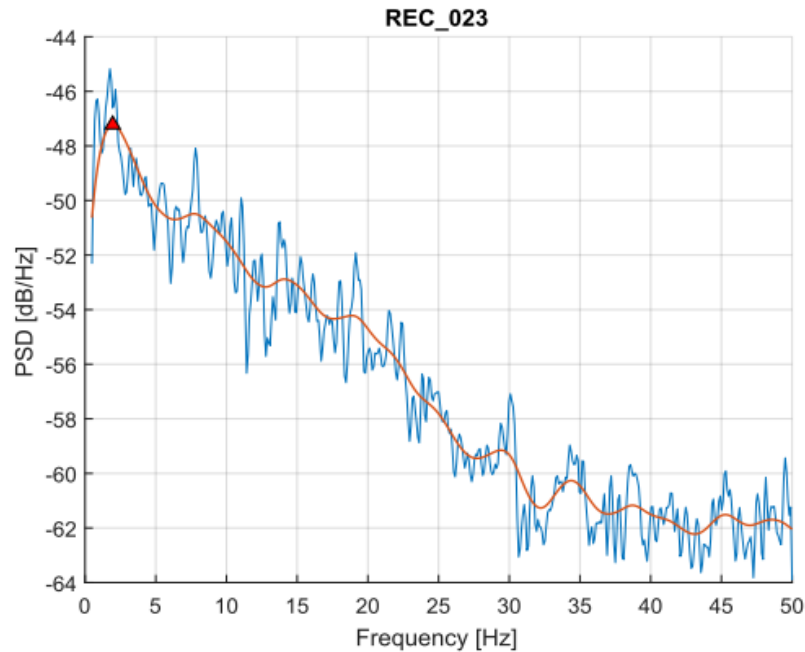
Použité parametry: K popisu spektrální charakteristiky třesu byly použity parametry f_{\max} a PSD_{\max} , kdy f_{\max} je frekvence, pro kterou je spektrální výkonová hustota

(PSD – Power Spectral Density) třesu ruky největší a PSD_{max} představuje míru třesu na tomto kmitočtu.

Grafické znázornění: Výsledkem zpracování záznamu je tedy časový průběh zrychlení a frekvenční závislost míry třesu ruky na kmitočtu. Na grafu č. 1 je časový průběh vybraného záznamu signálu z akcelerometru, na grafu č. 2 pak spektrální výkonová hustota tohoto záznamu (modrá křivka). Spektrální výkonová hustota byla pro účely získání parametrů f_{max} a PSD_{max} vyhlazena dolnoproputným Butterwothovým filtrem 4. řádu s mezním kmitočtem 2 Hz, na obrázku zobrazeno červenou křivkou. Červeným trojúhelníkem je pak na vyhlazeném signálu označeno globální maximum, parametry f_{max} a PSD_{max} jsou určeny jako poloha tohoto maxima na ose kmitočtu (f_{max}) a hodnota spektrální výkonové hustoty (PSD_{max}) na tomto kmitočtu.



Graf 1: Časový průběh vybraného záznamu signálu z akcelerometru



Graf 2: Spektrální výkonová hustota (PSD) vybraného záznamu

5.3.5 Zpracování a statistické vyhodnocení dat

Pro statistické zpracování anamnestických údajů, základních charakteristik souborů, výsledků klinických testů a dat pořízených pomocí akcelerometru byl použit program Statistica verze 7. K popisu základních charakteristik souborů zdravých jedinců a osob s roztroušenou sklerózou byl vypočten průměr, medián, směrodatná odchylka, minimální a maximální hodnoty. K ověření normality dat byl použit Shapirův – Wilkův test normality (data mají normální rozdělení, pokud platí $p > 0,05$). V případě, že se potvrdilo normálního rozdělení dat, pro další statistické zpracování byl použit dvouvýběrový nezávislý t-test. V případě, že data nevykazují normální rozdělení, byl použit pro další testování neparametrický Mannův – Whitneyův U test (M-W test). Hladina významnosti byla ve všech testech stanovena 0,05.

6. Výsledky

6.1 Charakteristika souboru/vyšetřených probandů s roztroušenou sklerózou

Studie se zúčastnilo celkem 17 osob (14 žen a 3 muži) s roztroušenou sklerózou. Kompletní data tzn. anamnestické údaje, vyšetření horních končetin klinickými testy a vyšetření pomocí akcelerometru jsou k dispozici od 15 jedinců. U dvou probandů jsou data neúplná - v jednom případě chybí vyšetření třesu pro náhlou nefunkčnost měřicího zařízení, v druhém případě chybí vyšetření horních končetin na jemnou motoriku (Nine-hole peg test a Coin rotation test) z důvodu, že vyšetřovaný odmítl testy udělat kvůli výrazným problémům s jemnou motorikou. Současně tento muž nebyl schopen udržet nataženou horní končetinu při měření akcelerometrem déle než cca 15 vteřin, proto byl z následné spektrální analýzy třesu vyloučen.

Průměrný věk probandů je 52,8 let (průměrný věk žen 54,1 let a mužů 46,3 let). Všichni účastníci studie označili pravou ruku jako dominantní. Celkovou charakteristiku souboru představuje tabulka č. 2.

Tabulka 2: Základní charakteristika souboru probandů s roztroušenou sklerózou

Muži	N	průměr	medián	min	max	SD
Věk	3	46,33	47	39	53	7,02
Výška [cm]	3	179	178	170	189	9,54
Váha [kg]	3	96	96	93	99	3,00
BMI	3	30,06	30,30	27,71	32,18	2,24
Ženy						
Ženy	N	průměr	medián	min	max	SD
Věk	14	54,14	50,5	42	70	10,14
Výška [cm]	14	169,43	169,5	161	177	4,29
Váha [kg]	14	72,14	70,50	60	105	12,01
BMI	14	25,21	24,06	21,01	38,57	4,69
Celkem						
Celkem	N	průměr	medián	min	max	SD
Věk	17	52,76	50	39	70	9,96
Výška [cm]	17	171,12	170	161	189	6,36
Váha [kg]	17	76,35	72	60	105	14,36
BMI	17	26,06	24,8	21,01	38,57	4,70

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka

6.2 Charakteristika souboru/vyšetřených probandů – kontrolní skupina

Celkem se studie dobrovolně zúčastnilo 18 osob (9 mužů a 9 žen). Po vyhodnocení anamnestických údajů, klinických vyšetření a analýzy třesu byly zjištěny u jednoho probanda (muže) odlišnosti výsledků při měření třesu akcelerometrem u pravé horní končetiny. Tento muž při odběru anamnézy uvedl, že s pravou rukou má problémy při jemné manipulaci především s příborem (lžící) a následně z rodinné anamnézy vyplynulo, že jeho matka měla také třes pravé horní končetiny, ale nikdy nebyla vyšetřena neurologem. Z tohoto důvodu byl proband vyloučen ze spektrální analýzy třesu, v testech jemné motoriky (Nine-hole peg test, Coin rotation task) vykazoval horší časy oproti průměrným hodnotám, a to u obou rukou, proto byl vyloučen i ze statistického testování klinických vyšetření vyjma síly stisku, kde obě ruce dosáhly průměrných hodnot.

Průměrný věk probandů byl 52,9 let. Všichni dobrovolníci označili jako dominantní ruku pravou. Podrobnější charakteristiku kontrolního souboru osob lze najít v tabulce č. 3.

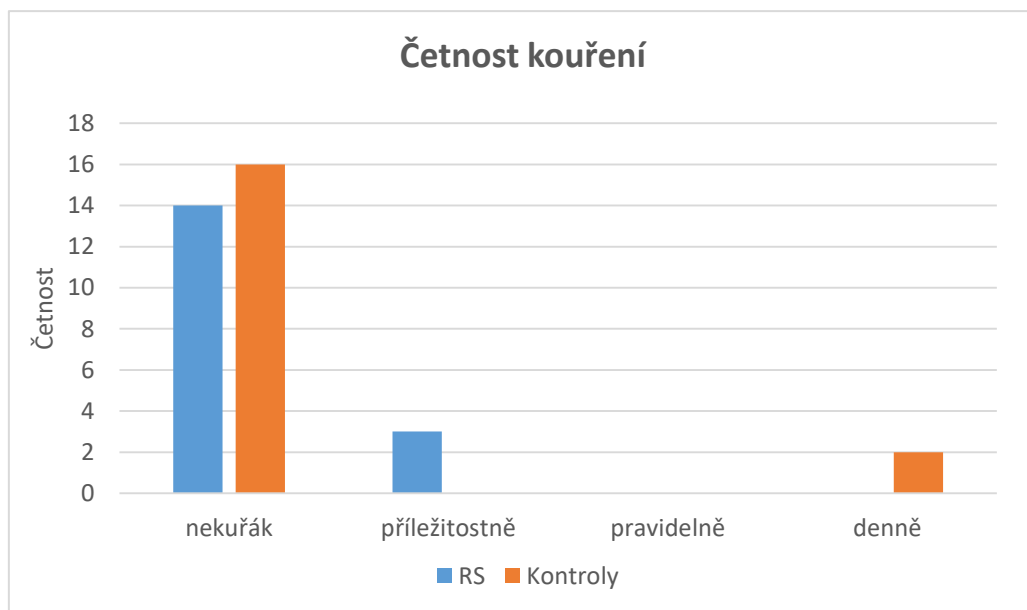
Tabulka 3: Základní charakteristika kontrolního souboru osob

Muži	N	průměr	medián	min	max	SD
Věk	9	54	61	38	72	13,80
Výška [cm]	9	176,79	178	172	181	3,15
Váha [kg]	9	100	98	68	134	18,66
BMI	9	32,14	31,31	21,46	45,29	6,81
Ženy						
Ženy	N	průměr	medián	min	max	SD
Věk	9	51,89	52	37	69	12,40
Výška [cm]	9	169,56	170	161	176	3,94
Váha [kg]	9	85,89	95,00	59	108	17,03
BMI	9	29,91	32,11	20,66	37,42	6,07
Celkem						
Celkem	N	průměr	medián	min	max	SD
Věk	9	52,94	56	37	72	15,78
Výška [cm]	9	173,17	172	161	181	5,08
Váha [kg]	9	92,94	96	59	134	18,79
BMI	9	31,02	31,71	20,66	45,29	6,36

Vysvětlivky: SD - směrodatná odchylka

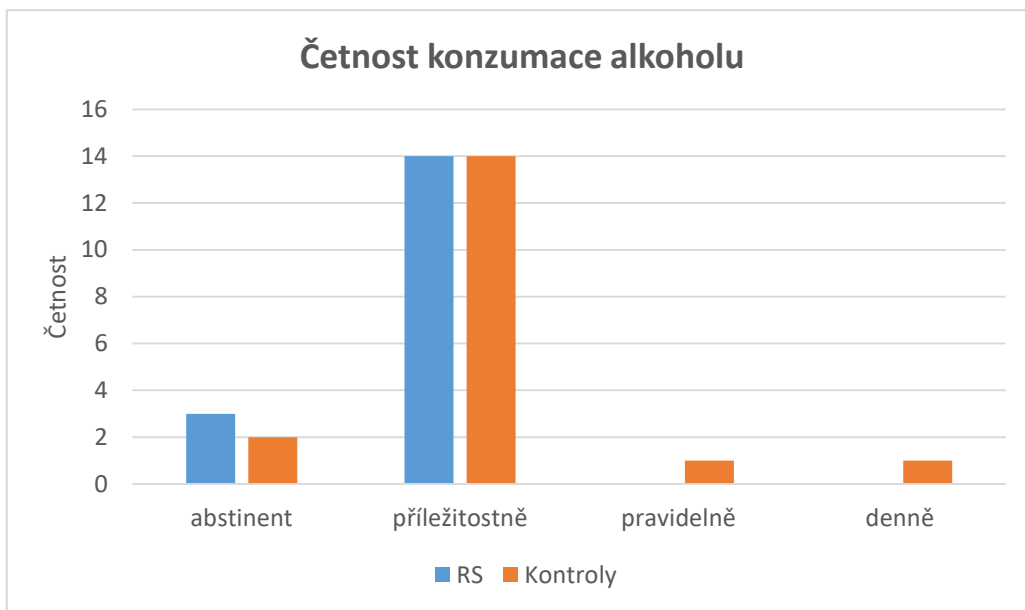
6.3 Anamnestické údaje (kouření a alkohol) a subjektivní pocit zdraví

Na základě anamnestického šetření u osob s roztroušenou sklerózou bylo zjištěno, že většina (82,4 %) tj. 14 osob v současnosti nekouří, 3 probandi (17,6 %) kouří pouze příležitostně. U kontrolní skupiny byly zjištěny pouze 2 osoby (tj. 11,1 %), které v současné době kouří, a to denně (1 žena cca 5–7 cigaret za den; 1 muž cca 15–20 cigaret za den), zbylých 16 dobrovolníků (tj. 88,9 %) jsou nekuřáci. Podrobněji viz graf č. 3.



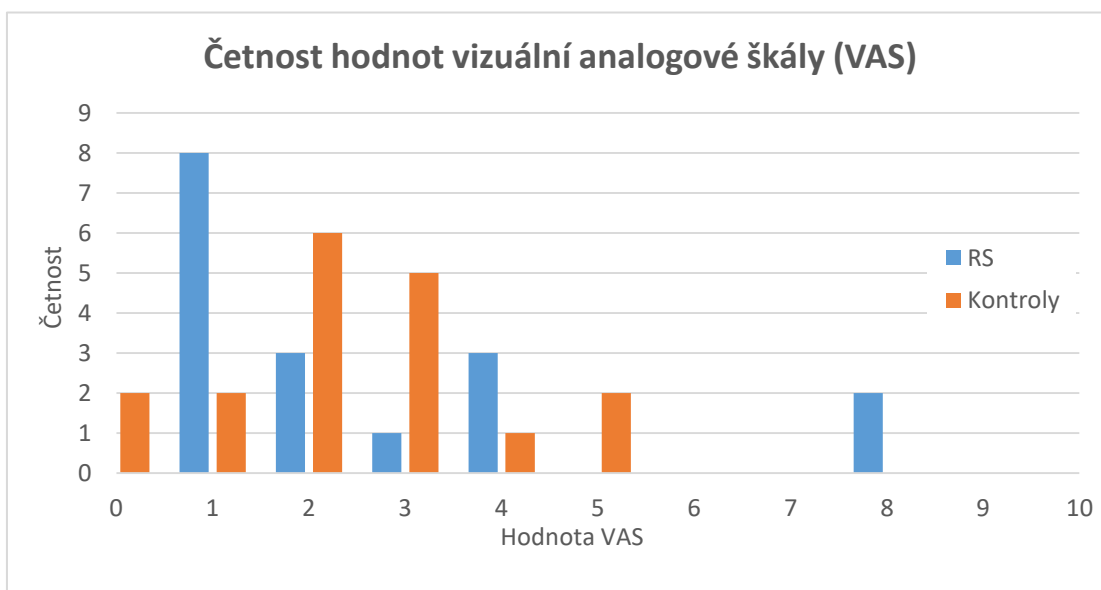
Graf 3: Četnost kouření u osob s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupiny osob

Ze zjištěných anamnestických údajů vyplývá, že konzumace alkoholu je u osob s roztroušenou sklerózou v 82,4 % případů (tedy u 14 probandů) pouze příležitostná, 3 probandi jsou abstinenti. Obdobná je situace i u kontrolní skupiny, kde většina (88,9 %) dotázaných osob uvedla, že konzumují alkohol pouze příležitostně, dva jedinci pijí alkohol pravidelně či denně (jedná se především o konzumaci piva) a dvě osoby abstinují. Podrobněji viz graf č. 4.



Graf 4: Četnost konzumace alkoholu u osob s roztroušenou sklerózou a u kontrolní skupiny osob

Součástí odběru anamnestických údajů byla i otázka na subjektivní hodnocení/pocit zdraví, na kterou dotázaní odpovídali pomocí vizuální analogové škály (VAS). Pouze dva jedinci s roztroušenou sklerózou hodnotili, že se v den vyšetření necítí dobře (VAS 8). Obdobně dva probandi z kontrolní skupiny odpověděli, že se dnes necítí zcela dobře (VAS 5). Ostatní probandi odpověděli na otázku, jak se dnes cítí, pozitivně. Podrobněji viz graf č. 5.



Graf 5: Četnost hodnot vizuální analogové škály u osob s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupiny osob

6.4 Podrobnější charakteristika souboru osob s roztroušenou sklerózou

Průměrná délka onemocnění (resp. doba od diagnostiky roztroušené sklerózy) je 18,1 let, první symptomy onemocnění se objevily průměrně před 22,6 lety. V souboru osob s roztroušenou sklerózou je 6 jedinců s primárně progresivní formou onemocnění (PP), 3 jedinci s relaps-remitentní (RR) a 8 lidí se sekundárně progresivním typem (SP) onemocnění. Sedm probandů nevyužívá k chůzi žádné pomůcky, sedm osob využívá hole (ať už francouzské nebo trekové) a tři jedinci se na delší vzdálenost přemísťují pomocí vozíku. Žádný s probandů nepoužívá k chůzi ortézu, 4 ženy využívají k chůzi neurostimulátor WalkAide. Průměrná míra postižení vyšetřených osob s roztroušenou sklerózou na základě Hauser Ambulation Indexu dosáhla hodnoty 3. Pro detailnější informace viz tabulka č. 4 a 5.

Tabulka 4: Délka onemocnění roztroušenou sklerózou a Hauser Ambulation Index

		průměr	medián	min	max	SD
Délka onemocnění [roky]	muži	13,33	9	8	23	8,39
	ženy	19,07	19	4	39	10,51
	celkem	18,06	19	4	39	10,18
Doba od 1. symptomu [roky]	muži	14,33	10	10	23	7,51
	ženy	24,36	25	4	39	9,41
	celkem	22,59	23	4	39	9,72
Hauser Ambulation Index	muži	3,33	2	1	7	3,21
	ženy	2,93	3	0	6	2,40
	celkem	3	2	0	7	2,45

Tabulka 5: Typ roztroušené sklerózy a typ použité pomůcky pro chůzi

		muži	ženy	celkem
Typ onemocnění	PP – primárně progresivní	0	6	6
	RR – relaps remitentní	1	2	3
	SP – sekundárně progresivní	2	6	8
Pomůcka při chůzi	žádná	1	6	7
	hole	1	6	7
	vozík	1	2	3
Ortéza	ne	3	10	13
	ano (WalkAide)	0	4	4

6.5 Klinická vyšetření horní končetiny

V následujících tabulkách jsou přehledně uvedeny aritmetické průměry a směrodatné odchylky hodnot jednotlivých klinických testů v závislosti na pohlaví a vyšetřované horní končetině. V tabulce č. 6 je uvedena základní statistická charakteristika osob s roztroušenou sklerózou, v tabulce č. 7 charakteristika kontrolní skupiny probandů a v tabulce č. 8 je zaznamenána celková charakteristika skupiny nemocných a zdravých osob. Podrobnější výčet statistických charakteristik viz příloha č. 6.

Tabulka 6: Základní charakteristika klinických testů u osob s roztroušenou sklerózou

RS SKUPINA				
	Muži		Ženy	
	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$
Hand grip [kg]	33,17 ± 25,07	40,83 ± 8,62	25,61 ± 6,16	25,71 ± 7,03
Nine-hole peg test [s]	22,93 ± 2,56	22,55 ± 2,95	24,72 ± 8,16	26,18 ± 9,92
Coin rotation task [s]	13,76 ± 1,25	17,02 ± 2,83	23,42 ± 11,69	26,07 ± 11,93

Vysvětlivky: HK – horní končetina, \bar{x} – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, kg – kilogramy, s – sekundy

Tabulka 7: Základní charakteristika klinických testů u kontrolní skupiny osob

KONTROLNÍ SKUPINA				
	Muži		Ženy	
	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$
Hand grip [kg]	46,96 ± 10,31	42,52 ± 8,98	26,93 ± 3,86	24,04 ± 3,90
Nine-hole peg test [s]	18,38 ± 2,11	18,94 ± 1,50	16,36 ± 3,06	17,19 ± 2,02
Coin rotation task [s]	12,29 ± 2,08	13,34 ± 2,02	14,01 ± 3,20	15,95 ± 3,30

Vysvětlivky: HK – horní končetina, \bar{x} – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, kg – kilogramy, s – sekundy

Tabulka 8: Celková základní charakteristika klinických testů nemocných a zdravých osob

	RS SKUPINA		KONTROLNÍ SKUPINA	
	Celkem		Celkem	
	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$
Hand grip [kg]	26,64 ± 10,87	28,38 ± 9,21	36,94 ± 12,78	33,28 ± 11,54
Nine-hole peg test [s]	24,50 ± 7,65	25,73 ± 9,35	17,31 ± 2,78	18,01 ± 1,96
Coin rotation task [s]	22,48 ± 11,40	24,94 ± 11,55	13,20 ± 2,79	14,73 ± 3,00

Vysvětlivky: HK – horní končetina, \bar{x} – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, kg – kilogramy, s – sekundy

Vyšetření **síly stisku ruky (Hand grip)** proběhlo celkem u 3 mužů s roztroušenou sklerózou s průměrným výsledkem pro pravou horní končetinu (HK) $33,17 \pm 25,07$ kilogramů (průměr ± směrodatná odchylka), pro levou HK byla průměrná síla stisku $40,83 \pm 8,62$ kilogramů. U devíti mužů z kontrolní skupiny byla zjištěna průměrná síla stisku pro pravou HK $46,96 \pm 10,31$ kilogramů, pro levou HK pak $42,52 \pm 8,98$ kilogramů. Vyšetřením síly stisku ruky u 14 žen s roztroušenou sklerózou byla zaznamenána průměrná hodnota pro pravou HK $25,61 \pm 6,16$ kilogramů a pro levou HK $25,71 \pm 7,03$ kilogramů. U devíti zdravých žen byla zjištěna průměrná hodnota síly stisku pro pravou HK $26,93 \pm 3,86$ kg a pro levou HK $24,04 \pm 3,90$ kilogramů. Průměrný výsledek síly stisku všech vyšetřených osob s roztroušenou sklerózou pro pravou HK byl $26,64 \pm 10,87$ kilogramů, pro levou HK $28,38 \pm 9,21$ kilogramů. Průměrná síla stisku u všech vyšetřených osob z kontrolní skupiny pro pravou HK dosáhla hodnoty $36,94 \pm 12,78$ kilogramů a pro levou HK $33,28 \pm 11,54$ kilogramů.

Klinické vyšetření **Nine-hole peg test (Devítikolíkový test)** proběhlo u dvou mužů s roztroušenou sklerózou s průměrným výsledkem pro pravou HK $22,93 \pm 2,56$ sekund (průměr ± směrodatná odchylka) a pro levou HK $22,55 \pm 2,95$ sekund. Zdravým mužům trval Nine-hole peg test v průměru pro pravou HK $18,38 \pm 2,11$ vteřin, pro levou HK $18,94 \pm 1,50$ sekund. Průměrný čas testu u žen s roztroušenou sklerózou byl pro pravou HK $24,72 \pm 8,16$ sekund a pro levou HK $26,18 \pm 9,92$ vteřin. Devítikolíkový test u zdravých žen trval v průměru pro pravou HK $16,36 \pm 3,06$ vteřin a pro levou HK $17,19 \pm 2,02$ sekund. Celkový průměrný čas pro splnění Nine-hole peg testu u všech osob s roztroušenou sklerózou byl pro pravou ruku $24,50 \pm 7,65$ sekund a pro levou ruku

25,73 ± 9,35 sekund. Celková průměrná hodnota pro skupinu zdravých osob byla pro pravou HK 17,31 ± 2,78 sekund a pro levou HK 18,01 ± 1,96 sekund.

Průměrný výsledek klinického **testu rotace mince (Coin rotatin task)** byl u dvou mužů s roztroušenou sklerózou pro pravou HK 13,76 ± 1,25 vteřin, pro levou HK 17,02 ± 2,83 vteřin. U zdravých mužů byl zaznamenán průměrný čas pro pravou HK 12,29 ± 2,08 sekund a pro levou HK 13,34 ± 2,02 sekund. Průměrná hodnota Coin rotation testu u žen s roztroušenou sklerózou byla pro pravou HK 23,42 ± 11,69 sekund, pro levou HK 26,07 ± 11,93 sekund. Ženy v kontrolní skupině dosáhly průměrného času pro pravou HK 14,01 ± 3,20 sekund a pro levou HK 15,95 ± 3,30 vteřin. Celkový průměrný výsledek pro všechny probandy s roztroušenou sklerózou byl pro pravou ruku 22,48 ± 11,40 sekund, pro levou ruku 24,94 ± 11,55 sekund. Průměrná hodnota testu otáčení mince u zdravých osob byla pro pravou HK 13,20 ± 2,79 sekund a pro levou HK 14,73 ± 3,00 vteřiny.

6.5.1 Statistické testování/zpracování dat z klinických vyšetření

U kontrolní skupiny probandů všechna data z klinických vyšetření splnila podmínku normálního rozdělení (viz tabulka č. 9). U osob s roztroušenou sklerózou splnila podmínku normality pouze data z měření síly stisku, u výsledků Nine-hole peg testu a testu rotace mince nebylo prokázáno normální rozdělení (viz tabulka 10), zlogaritmováním dat byla splněna podmínka normality. Pro další testování byl použit dvouvýběrový nezávislý t-test, kde grupovací proměnnou byla přítomnost/nepřítomnost RS. Hladina významnosti všech testů je 0,05.

Tabulka 9: Shapirův – Wilkův test normality dat z klinického vyšetření u kontrolní skupiny osob

Kontrolní skupina	Shapirův - Wilkův test normality	
Hand grip P [kg]	W = 0,92	P = 0,14
Hand grip L [kg]	W = 0,93	P = 0,18
Nine-hole peg test P [s]	W = 0,96	P = 0,58
Nine-hole peg test L [s]	W = 0,97	P = 0,80
Coin rotation task P [s]	W = 0,95	P = 0,49
Coin rotation task L[s]	W = 0,93	P = 0,23

Vysvětlivky: P – pravá horní končetina, L – levá horní končetina

Tabulka 10: Shapirův – Wilkův test normality dat z klinického vyšetření u osob s roztroušenou sklerózou

RS skupina	Shapiro - Wilkův test normality		Shapiro - Wilkův test normality po zlogaritmování dat	
	W	P	W	P
Hand grip P [kg]	W = 0,94	P = 0,276		
Hand grip L [kg]	W = 0,96	P = 0,724		
Nine-hole peg test P [s]	W = 0,87	P = 0,031	W = 0,93	P = 0,204
Nine-hole peg test L [s]	W = 0,81	P = 0,004	W = 0,94	P = 0,317
Coin rotation task P [s]	W = 0,80	P = 0,003	W = 0,87	P = 0,051
Coin rotation task L [s]	W = 0,81	P = 0,005	W = 0,92	P = 0,160

Vysvětlivky: P – pravá horní končetina, L – levá horní končetina

Na základě přibližně stejného průměrného věku probandů (viz tabulka č. 2 a č. 3) v obou skupinách (nemocní a zdraví jedinci) byl v následujících statistikách vliv věku zanedbán.

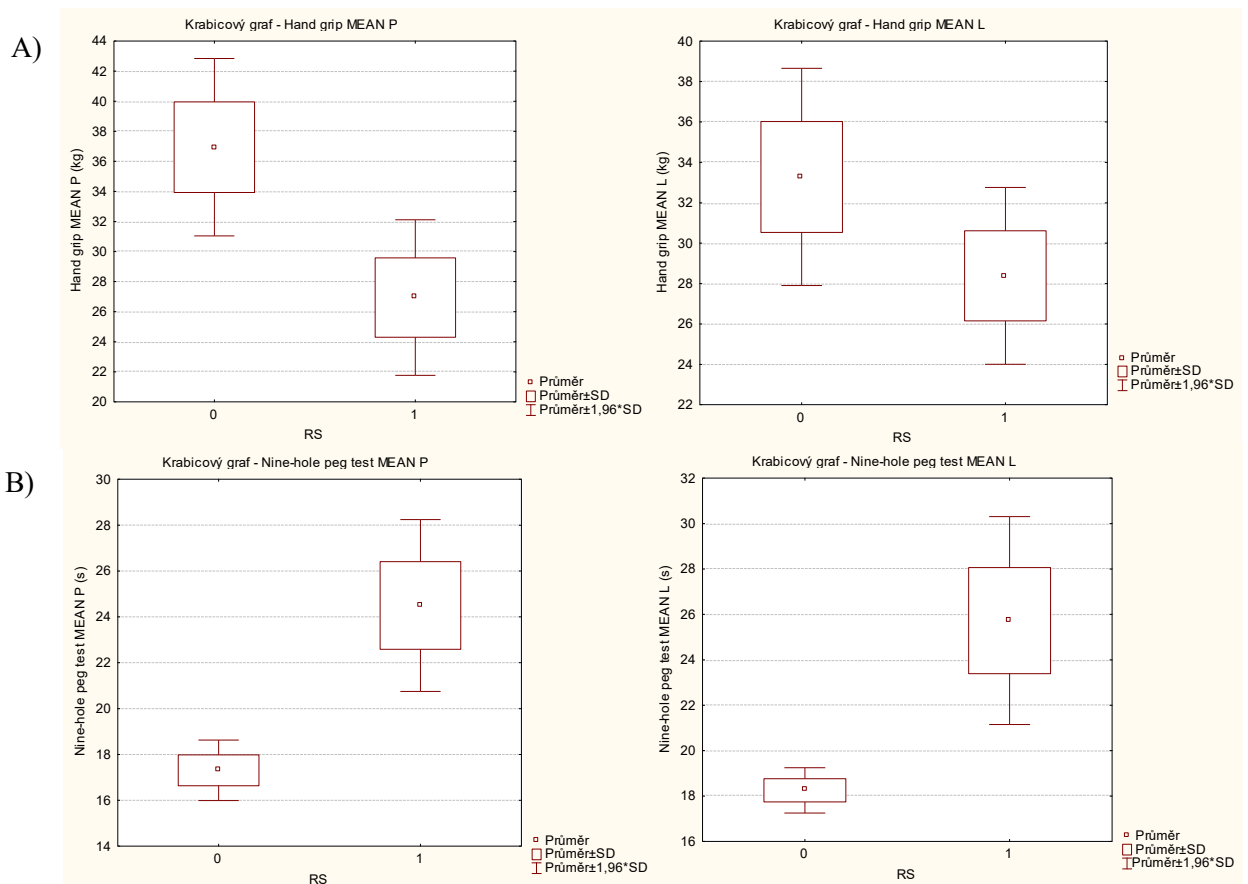
6.5.2 Porovnání výsledků klinických testů u skupiny nemocných a zdravých osob (Dvouvýběrový t-test RS vs. kontroly)

Podářilo se prokázat statisticky významný rozdíl ($p=0,018$) v síle stisku pravé horní končetiny mezi nemocnými a zdravými jedinci. Oproti tomu rozdíl síly stisku levé ruky mezi nemocnými a zdravými jedinci není statisticky významný ($p=0,18$). Existuje signifikantní rozdíl mezi průměrnými hodnotami u nemocných a zdravých probandů v Nine-hole peg testu (Devítikolíkovaný test), a to jak pro pravou HK ($p=0,001$) tak pro levou HK ($p=0,001$). Dále se podařil prokázat statisticky významný rozdíl v testu rotace mince (Coin rotation task) mezi zdravými a nemocnými osobami, a to jak u pravé HK ($p=0,001$), tak u levé HK ($p=0,000$). Výsledky t-testu jsou přehledně zaznamenány v tabulce č. 11 a zobrazeny v souhrnném grafu č. 6.

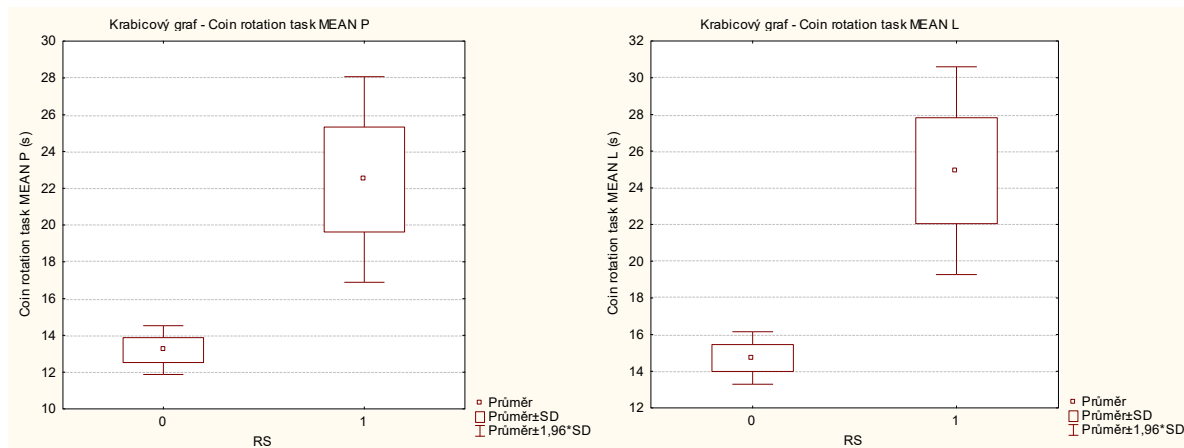
Tabulka 11: Výsledky nezávislého dvouvýběrového t-testu pro jednotlivé klinické testy u nemocných a zdravých osob

	Hodnota t	Stupně volnosti	Hodnota p
Hand grip P [kg]	-2,487	33	0,018
Hand grip L [kg]	-1,374	33	0,179
Nine-hole peg test P [s]	3,901	31	0,001
Nine-hole peg test L [s]	3,885	31	0,001
Coin rotation task P [s]	3,914	31	0,001
Coin rotation task L[s]	4,295	31	0,000

Vysvětlivky: P – pravá horní končetina, L – levá horní končetina



C)



Graf 6: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických testů v porovnání pro zdravé a nemocné osoby

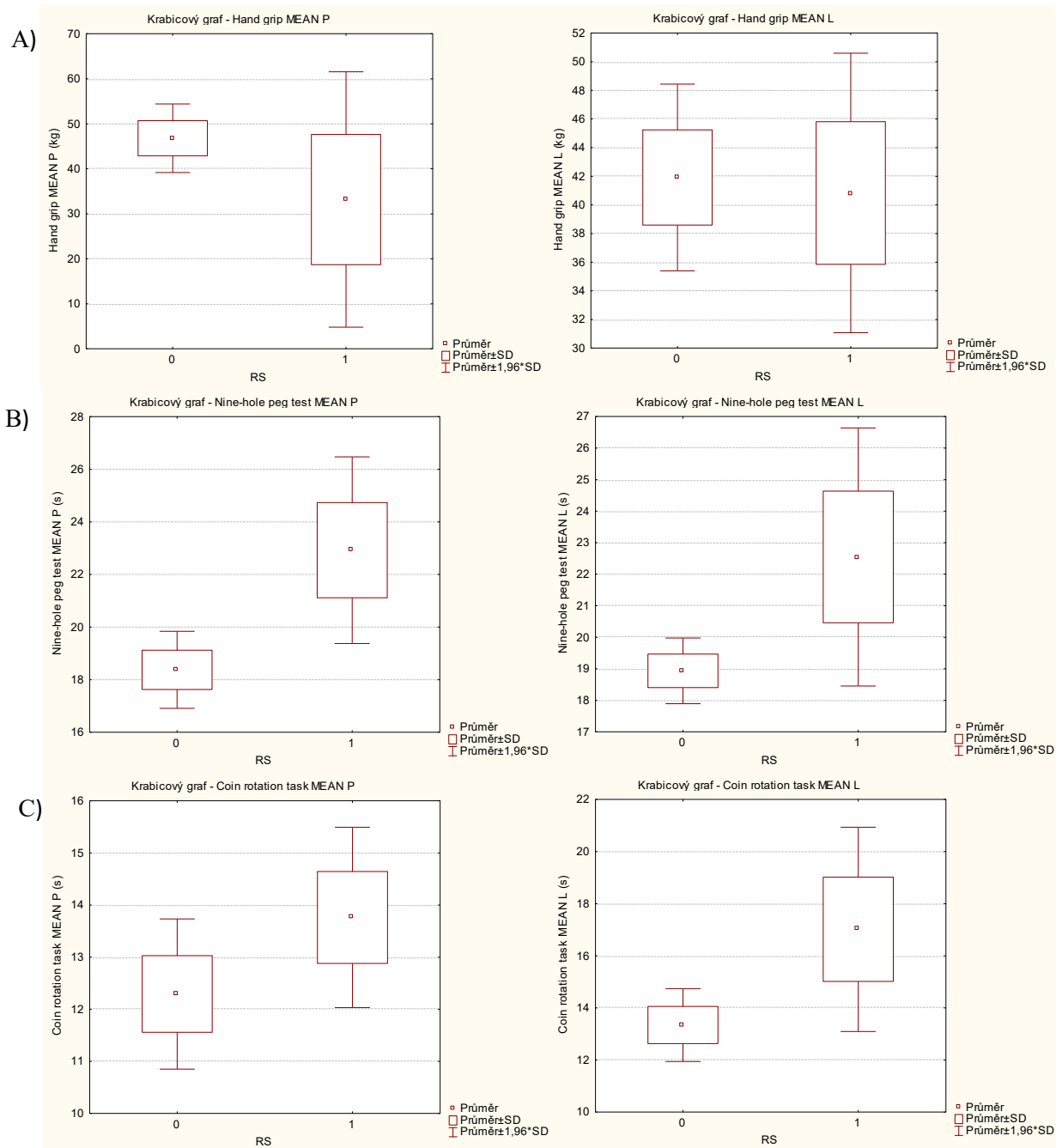
- A) Krabicové grafy průměrných hodnot **síly stisku** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- B) Krabicové grafy průměrných hodnot **Nine-hole peg testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- C) Krabicové grafy průměrných hodnot **Coin rotation testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)

Vysvětlivky: RS – 0=zdraví, 1=nemocní; SD – směrodatná odchylka, P – pravá HK, L – levá HK

6.5.3 Porovnání výsledků klinických testů v závislosti na pohlaví u RS a kontrol (Dvouvýběrový t-test ženy RS vs. ženy kontroly)

Porovnání muži RS vs. muži kontroly

Z důvodu nízkého počtu vyšetřených mužů s roztroušenou sklerózou (pro Hand grip N=3; pro ostatní testy N=2) nebylo provedeno statistické porovnání se zdravými muži. Data byla porovnána pouze graficky, viz souhrnný graf č. 7.



Graf 7: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v porovnání pro zdravé a nemocné muže

- A) Krabicové grafy průměrných hodnot **síly stisku** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- B) Krabicové grafy průměrných hodnot **Nine-hole peg testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- C) Krabicové grafy průměrných hodnot **Coin rotation testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)

Vysvětlivky: RS – 0=zdraví, 1=nemocní; SD – směrodatná odchylka, P – pravá HK, L – levá HK

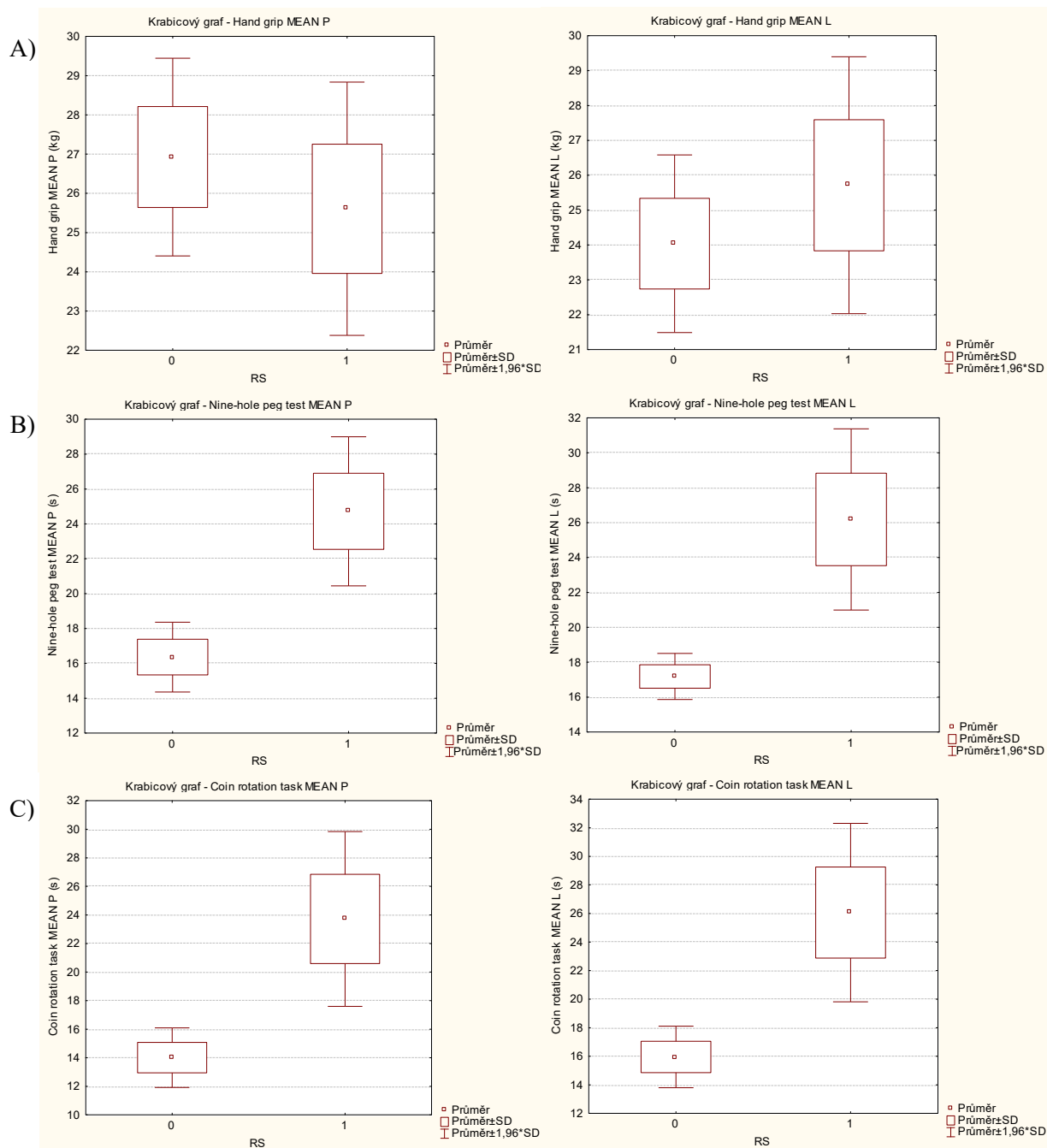
Dvouvýběrový t-test ženy RS vs. ženy kontroly

Mezi nemocnými a zdravými ženami nebyl nalezen staticky významný rozdíl v síle stisku ani pravé ($p=0,57$) ani levé ($p=0,52$) horní končetiny. Podařilo se prokázat statisticky významný rozdíl mezi průměrnými hodnotami trvání Nine-hole peg testu u zdravých a nemocných žen, a to jak pro pravou ($p=0,003$), tak i pro levou ($p=0,004$) horní končetinu. Dále byl nalezen statisticky významný rozdíl v testu otáčení mince (Coin rotation task) mezi zdravými a nemocnými ženami, a to jak u pravé HK ($p=0,008$), tak u levé HK ($p=0,008$). Podrobnější výsledky t-testu viz tabulka č. 12 a graf č. 8.

Tabulka 12: Výsledky nezávislého dvouvýběrového t-testu pro jednotlivé klinické testy u nemocných a zdravých žen

	Hodnota t	Stupně volnosti	Hodnota p
Hand grip P [kg]	-0,57	21	0,574
Hand grip L [kg]	0,65	21	0,522
Nine-hole peg test P [s]	3,31	21	0,003
Nine-hole peg test L [s]	3,22	21	0,004
Coin rotation task P [s]	2,90	21	0,008
Coin rotation task L[s]	2,94	21	0,008

Vysvětlivky: P – pravá horní končetina, L – levá horní končetina



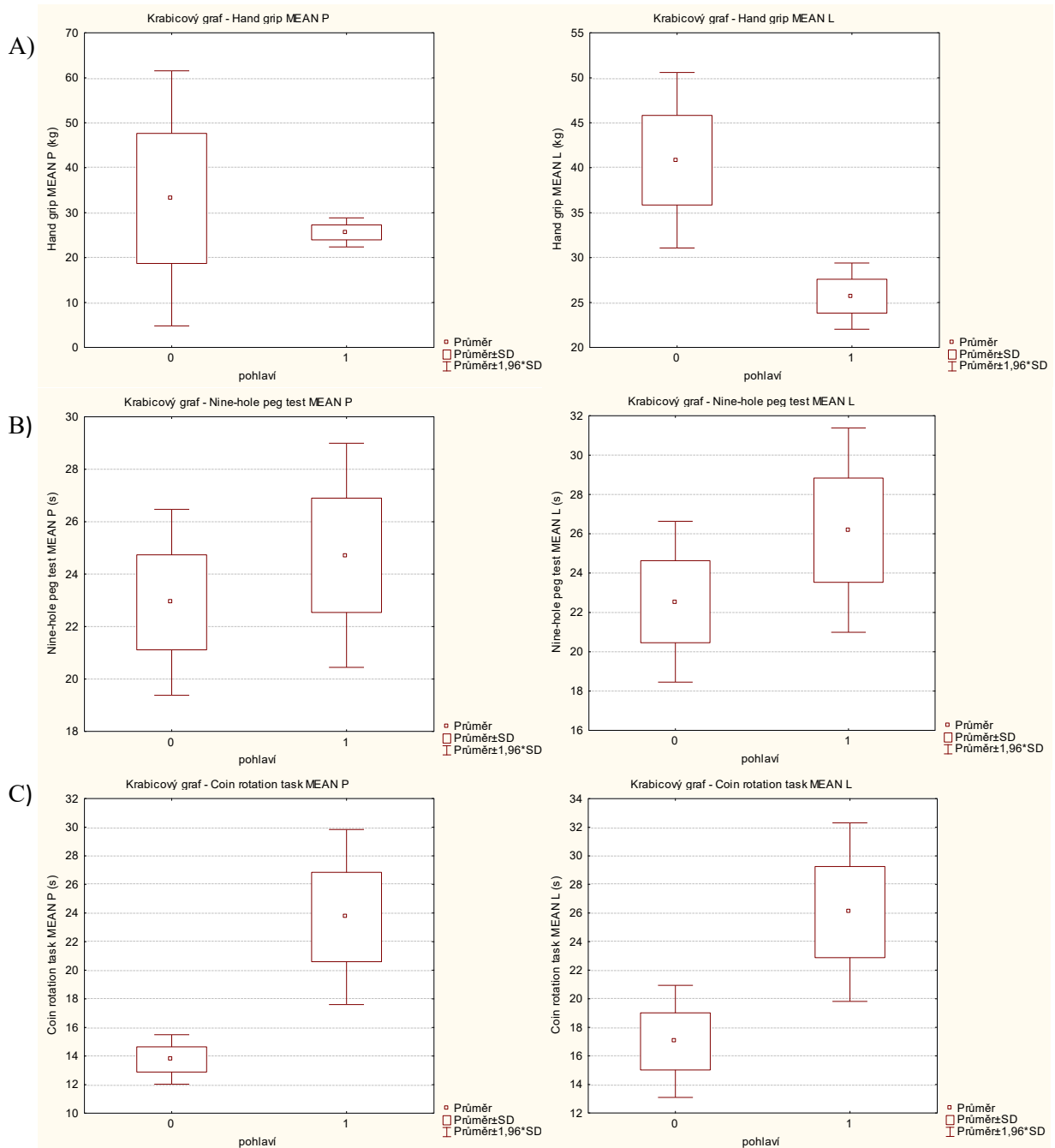
Graf 8: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v porovnání pro zdravé a nemocné ženy

- A) Krabicové grafy průměrných hodnot **síly stisku** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- B) Krabicové grafy průměrných hodnot **Nine-hole peg testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- C) Krabicové grafy průměrných hodnot **Coin rotation testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)

Vysvětlivky: RS – 0=zdravé ženy, 1=nemocné ženy; SD – směrodatná odchylka, P – pravá HK, L – levá HK

6.5.4 Porovnání výsledků klinických testů v závislosti na pohlaví u jedinců s roztroušenou sklerózou

Výsledky jednotlivých klinických testů mezi muži a ženami s roztroušenou sklerózou byly z důvodu nízkého počtu vyšetřených mužů (pro Hand grip N=3; pro ostatní testy N=2) pouze uspořádány v přehledném souhrnném grafu č. 9.



Graf 9: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v závislosti na pohlaví u osob s roztroušenou sklerózou

- A) Krabicové grafy průměrných hodnot **síly stisku** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- B) Krabicové grafy průměrných hodnot **Nine-hole peg testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- C) Krabicové grafy průměrných hodnot **Coin rotation testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)

Vysvětlivky: pohlaví 0=muži, 1=ženy; SD – směrodatná odchylka, P – pravá HK, L – levá HK

6.5.5 Porovnání výsledků klinických testů v závislosti na pohlaví u zdravých osob (Dvouvýběrový t-test zdravé ženy vs. zdraví muži)

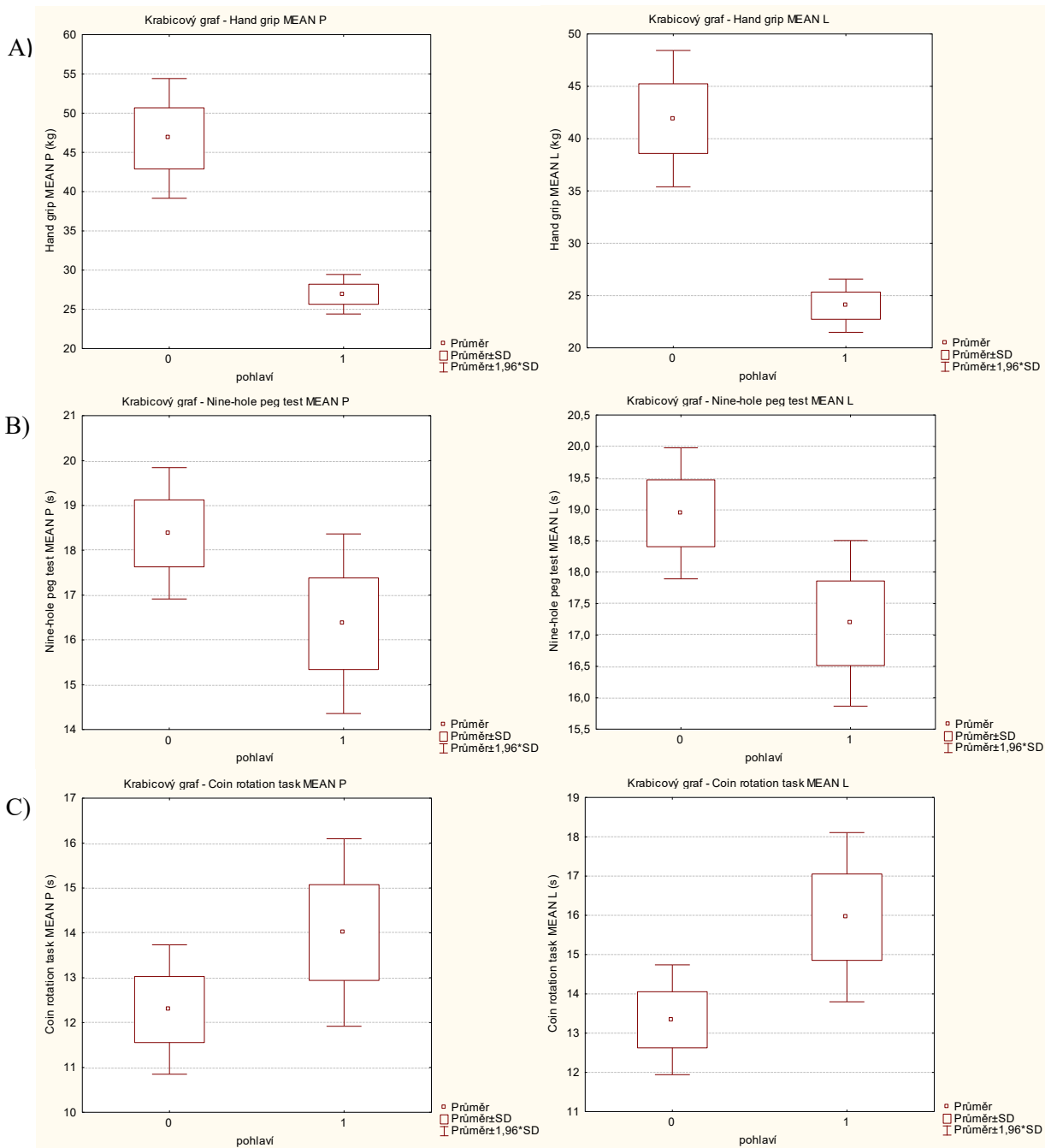
K porovnání výsledků jednotlivých klinických testů mezi zdravými muži a ženami byl použit dvouvýběrový nezávislý t-test, kde grupovací proměnnou bylo pohlaví (žena/muž). Výsledky t-testu jsou zapsány v tabulce č. 13.

Byl nalezen statisticky významný rozdíl v síle stisku pravé ($p=0,000$) i levé HK ($p=0,000$) mezi muži a ženami. Nepodařilo se prokázat statisticky významný rozdíl průměrných hodnot Nine-hole peg testu mezi muži a ženami, a to ani u pravé HK ($p=0,14$) ani levé HK ($p=0,063$). Mezi průměrnými výsledky v Coin rotation testu nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi muži a ženami, a to ani pro pravou HK ($p=0,22$) tak ani pro levou HK ($p=0,072$). Výsledky jsou graficky znázorněny v přehledném souhrnném grafu č. 10.

Tabulka 13: Výsledky nezávislého dvouvýběrového t-testu pro jednotlivé klinické testy v závislosti na pohlaví u zdravých osob

	Hodnota t	Stupně volnosti	Hodnota p
Hand grip P [kg]	5,462	16	0,000
Hand grip L [kg]	5,662	16	0,000
Nine-hole peg test P [s]	1,557	15	0,140
Nine-hole peg test L [s]	2,006	15	0,063
Coin rotation task P [s]	-1,290	15	0,216
Coin rotation task L[s]	-1,936	15	0,072

Vysvětlivky: P – pravá horní končetina, L – levá horní končetina



Graf 10: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v závislosti na pohlaví u zdravých osob

- A) Krabicové grafy průměrných hodnot **síly stisku** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- B) Krabicové grafy průměrných hodnot **Nine-hole peg testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)
- C) Krabicové grafy průměrných hodnot **Coin rotation testu** na pravé (levý sloupec) a levé HK (pravý sloupec)

Vysvětlivky: pohlaví 0=muži, 1=ženy; SD – směrodatná odchylka, P – pravá HK, L – levá HK

6.6 Spektrální charakteristika třesu

Základní charakteristika třesu tzn. frekvence, na které je třes největší (f_{\max}) a míra třesu na této frekvenci (PSD_{\max}) je uvedena v tabulce č. 14. Průměrná hodnota f_{\max} u nemocných s roztroušenou sklerózou je $2,20 \pm 0,56$ Hz (průměr \pm směrodatná odchylka), u zdravých probandů $2,34 \pm 0,43$ Hz. Průměrná hodnota PSD_{\max} byla zjištěna u nemocných osob $-44,15 \pm 7,96$ dB/Hz, u kontrolní skupiny pak $-52,56 \pm 3,30$ dB/Hz. V grafu č. 11 je uveden příklad porovnání spektrální výkonové hustoty (PSD_{\max}) pro pravou HK u vybrané nemocné a zdravé osoby.

Průměrná hodnota frekvence maximálního třesu u nemocných osob je pro pravou HK $2,21 \pm 0,52$ Hz a pro levou HK $2,19 \pm 0,60$ Hz. Průměrná hodnota míry třesu na maximální frekvenci je pro pravou HK $-45,18 \pm 7,25$ dB/Hz a pro levou HK $-43,13 \pm 8,60$ Hz/dB. U kontrolní skupiny osob je průměrná hodnota frekvence maximálního třesu pro pravou HK $2,21 \pm 0,28$ Hz a pro levou HK $2,46 \pm 0,53$ Hz. Průměrná hodnota míry třesu u zdravých osob je pro pravou HK $-52,85 \pm 2,94$ dB/Hz a pro levou HK $-52,27 \pm 3,65$ dB/Hz. Všechny výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 15.

Tabulka 14: Základní charakteristika třesu měřeného pomocí akcelerometru u nemocných a zdravých osob

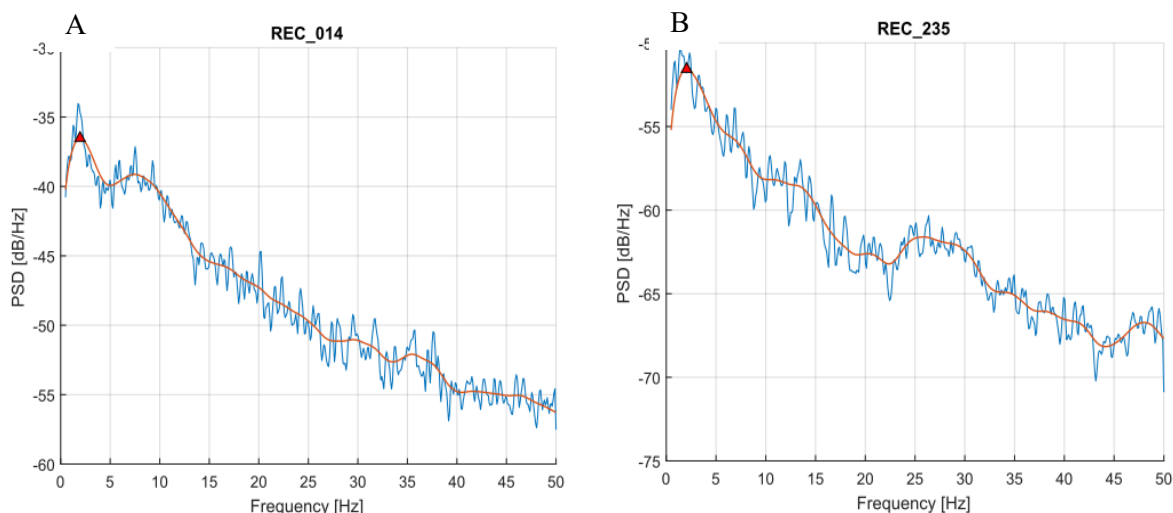
	RS SKUPINA	KONTROLNÍ SKUPINA
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
f_{\max} [Hz]	$2,20 \pm 0,56$	$2,34 \pm 0,43$
PSD_{\max} [dB/Hz]	$-44,15 \pm 7,96$	$-52,56 \pm 3,30$

Vysvětlivky: \bar{x} – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, Hz – Hertz, dB – decibel

Tabulka 15: Základní charakteristika třesu měřeného pomocí akcelerometru pro pravou a levou horní končetinu u nemocných a zdravých osob

	RS SKUPINA		KONTROLNÍ SKUPINA	
	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$	Pravá HK $\bar{x} \pm SD$	Levá HK $\bar{x} \pm SD$
f_{\max} [Hz]	$2,21 \pm 0,52$	$2,19 \pm 0,60$	$2,21 \pm 0,28$	$2,46 \pm 0,53$
PSD_{\max} [dB/Hz]	$-45,18 \pm 7,25$	$-43,13 \pm 8,60$	$-52,85 \pm 2,94$	$-52,27 \pm 3,65$

Vysvětlivky: \bar{x} – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, Hz – Hertz, dB – decibel



Graf 11: Příklad porovnání spektrální výkonové hustoty (PSD_{max}) signálu z akcelerometru pro pravou horní končetinu u vybrané osoby s roztroušenou sklerózou (A) a zdravé osoby (B)

6.6.1 Statistické testování/zpracování dat ze spektrální charakteristiky třesu

Testováním dat frekvence maximálního třesu (f_{max}) bylo zjištěno, že nesplňují podmínku normálního rozdělení (viz tabulka č. 16). Z tohoto důvodu byl pro následné statistické zpracování použit neparametrický Mannův - Whitneyův test. Hodnoty míry třesu na dané frekvenci (PSD_{max}) mají normální rozdělení (viz tabulka č. 16), proto mohl být dále použit dvouvýběrový nezávislý t-test. Hladina významnosti všech testů je 0,05.

Tabulka 16: Shapirův – Wilkův test normality dat ze spektrální analýzy třesu u nemocných a zdravých osob

	Shapirův - Wilkův test normality	
RS SKUPINA		
f_{max} [Hz]	W = 0,89	P = 0,000
PSD_{max} [dB/Hz]	W = 0,97	P = 0,12
KONTROLNÍ SKUPINA		
f_{max} [Hz]	W = 0,83	P = 0,000
PSD_{max} [dB/Hz]	W = 0,99	P = 0,80

Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel

6.6.2 Porovnání f_{\max} a PSD_{\max} mezi skupinou nemocných a zdravých osob

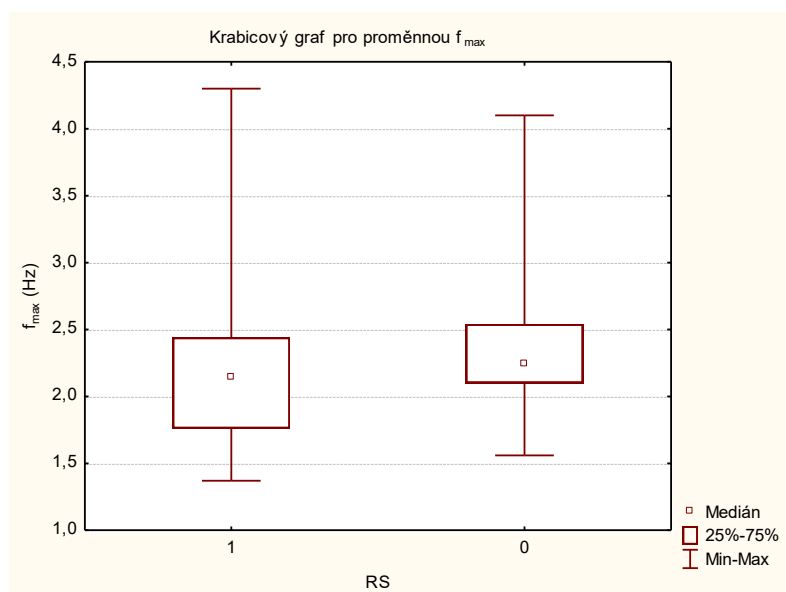
Pro porovnání frekvence maximálního třesu mezi nemocnými a zdravými jedinci byl použit neparametrický Mannův – Whitneyův test, kde grupovací proměnná byla přítomnost/nepřítomnost onemocnění. Pro srovnání míry třesu mezi nemocnými a zdravými jedinci byl použit dvouvýběrový nezávislý t-test, kde grupovací proměnnou byla přítomnost/nepřítomnost onemocnění. Všechny výsledky jsou zapsány v tabulce č. 17 a graficky znázorněné v grafu č. 12 a 13.

Tabulka 17: Výsledky frekvence maximálního třesu a míry třesu na této frekvenci mezi skupinou nemocných a zdravých osob

M-W test	Hodnota U	Hodnota Z	Hodnota p
f_{\max} [Hz]	1531,00	-2,43	0,015
Dvouvýběr. t-test	Hodnota t	Stupně volnosti	Hodnota p
PSD_{\max} [dB/Hz]	7,972	126	0,000

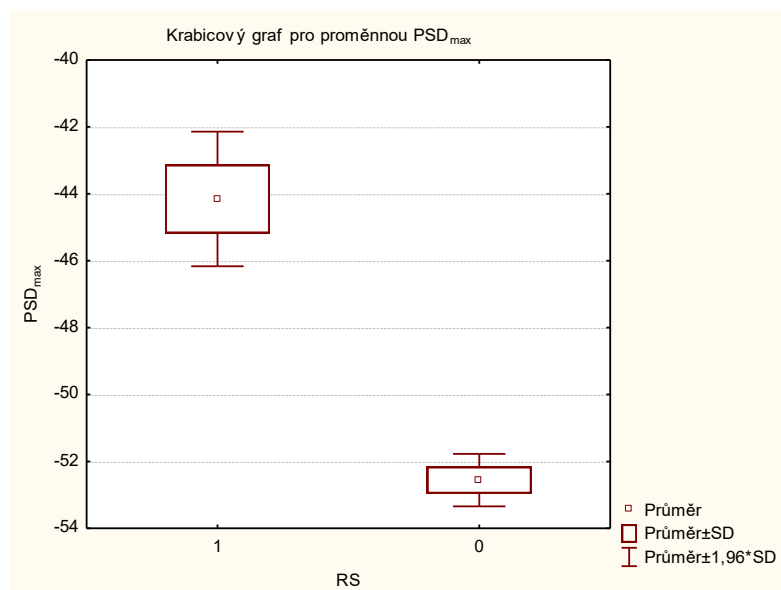
Vysvětlivky: Hz – Hertz, dB – decibel

Podařilo se prokázat statisticky významný rozdíl f_{\max} mezi probandy s roztroušenou sklerózou a zdravými jedinci ($p=0,015$). Byl zaznamenán také signifikantní rozdíl v míře třesu mezi nemocnými a zdravými jedinci ($p=0,000$).



Graf 12: Krabicový graf porovnání mediánů frekvencí maximálního třesu u nemocných a zdravých osob

Vysvětlivky: RS – roztroušená skleróza, 0=zdraví, 1= nemocní



Graf 13: Krabicový graf porovnání průměrů míry třesu (PSD_{max}) u nemocných a zdravých osob

Vysvětlivky: RS – roztroušená skleróza, 0=zdraví, 1= nemocní

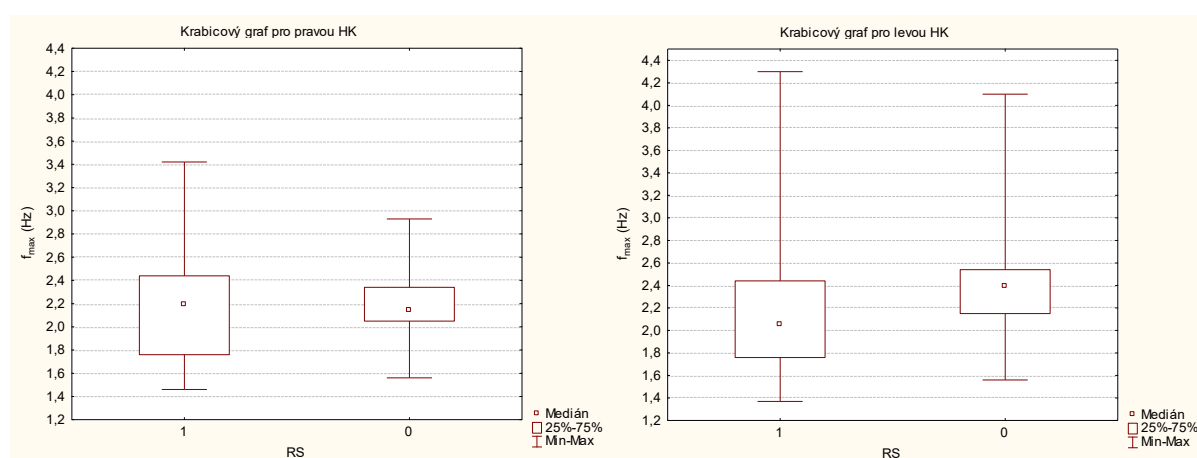
6.6.3 Porovnání f_{max} a PSD_{max} pravé a levé horní končetiny mezi skupinou nemocných a zdravých osob

Byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve frekvenci maximálního třesu u levé HK mezi nemocnými a zdravými jedinci ($p=0,007$), v případě pravé HK ($p=0,61$) významný rozdíl nebyl prokázán. Porovnáním míry třesu pravé ($p=0,000$) i levé ($p=0,000$) HK byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi probandy s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupinou probandů. Výsledky Mannova-Whitneyova testu a dvouvýběrového t-testu jsou zapsány v tabulce č. 18 a graficky znázorněné v grafu č. 14 a 15.

Tabulka 18: Výsledky porovnání frekvence největšího třesu (f_{\max}) a míry třesu (PSD_{\max}) pro pravou a levou horní končetinu mezi nemocnými a zdravými osobami

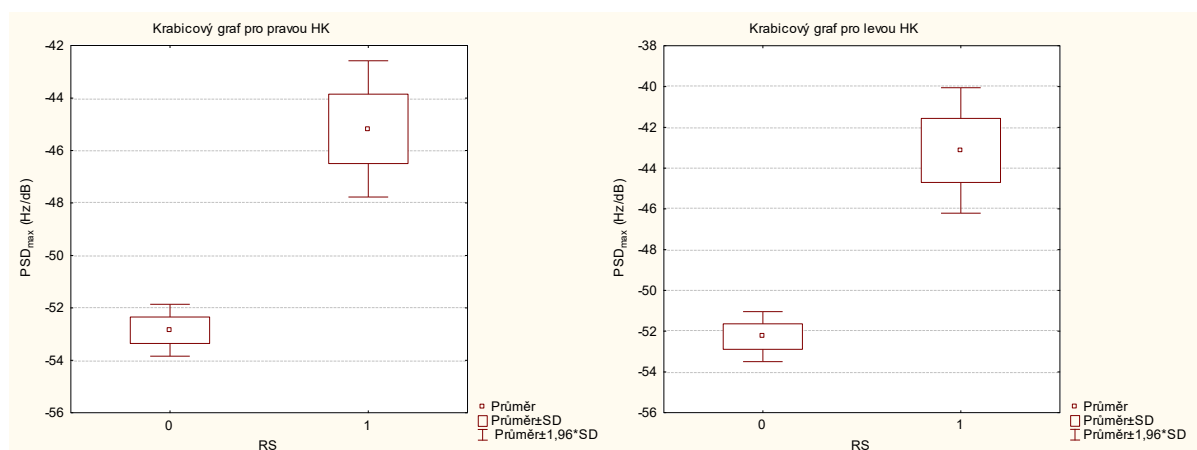
f_{\max} [Hz]	Hodnota U	Hodnota Z	Hodnota p
PHK	472,00	-0,511	0,609
LHK	309,50	-2,697	0,007
PSD_{\max} [Hz/db]	Hodnota t	Stupně volnosti	Hodnota p
PHK	5,67	62	0,000
LHK	5,65	62	0,000

Vysvětlivky: PHK – pravá horní končetina, LHK – levá horní končetina, Hz – Hertz, dB – decibel



Graf 14: Krabicový graf porovnání mediánů f_{\max} pro pravou a levou horní končetinu mezi nemocnými a zdravých osobami

Vysvětlivky: RS – roztroušená skleróza, 0 = zdraví, 1 = nemocní; HK- horní končetina



Graf 15: Krabicový graf porovnání průměrných hodnot PSD_{\max} pro pravou a levou horní končetinu mezi nemocnými a zdravých osobami

Vysvětlivky: RS – roztroušená skleróza, 0=zdraví, 1= nemocní, HK – horní končetina

6.6.4 Porovnání f_{\max} a PSD_{\max} pravé a levé horní končetiny s a bez zrakové kontroly mezi skupinou nemocných a zdravých osob

Porovnáním frekvence největšího třesu pravé a levé horní končetiny s a bez zrakové kontroly mezi skupinou nemocných a zdravých osob se podařilo prokázat statisticky významný rozdíl pouze u třesu levé HK se zrakovou kontrolou ($p=0,003$), v ostatních případech nebyl rozdíl mezi skupinami osob prokázán. Dále se podařilo prokázat signifikantní rozdíl míry třesu pravé HK se zrakovou kontrolou ($p=0,002$) i bez zrakové kontroly ($p=0,000$) mezi nemocnými a zdravými jedinci. Obdobně byl zaznamenán signifikantní rozdíl míry třesu levé HK, jak se zrakovou kontrolou ($p=0,000$) tak bez zrakové kontroly ($p=0,003$). Výsledky Mannova – Whitneyova testu jsou zaznamenány v tabulce č. 19, výsledky dvouvýběrového t-testu jsou zapsány v tabulce č. 20.

Tabulka 19: Porovnání frekvence největšího třesu pravé a levé horní končetiny s a bez zrakové kontroly mezi nemocnými a zdravými osobami

f_{\max} [Hz]	Hodnota U	Hodnota Z	Hodnota p
PHK Open	123,50	0,11	0,88
PHK Close	104,00	-0,89	0,38
LHK Open	48,50	-2,98	0,003
LHK Close	108,50	-0,72	0,47

Vysvětlivky: PHK – pravá horní končetina, LHK – levá horní končetina, open – otevřené oči, close – zavřené oči, Hz – Hertz

Tabulka 20: Porovnání míry třesu pravé a levé horní končetiny s a bez zrakové kontroly mezi nemocnými a zdravými osobami

PSD_{\max} [dB/Hz]	Hodnota t	Stupně volnosti	Hodnota p
PHK Open	3,43	30	0,002
PHK Close	4,79	30	0,000
LHK Open	4,79	30	0,000
LHK Close	3,20	30	0,003

Vysvětlivky: PHK – pravá horní končetina, LHK – levá horní končetina, open – otevřené oči, close – zavřené oči, Hz – Hertz, dB – decibel

7. Diskuze

7.1 Výběr probandů, charakteristika souboru

Cílem práce bylo vyšetřit třes horních končetin pomocí klinických testů a akcelerometru u osob s roztroušenou sklerózou a u zdravých jedinců a následně získané hodnoty porovnat mezi oběma skupinami. Probandi z kontrolní skupiny byli vybráni na základě co největší věkové podobnosti se skupinou nemocných osob, z důvodu vyloučení možného vlivu stáří na projevy třesu.

Skupina nemocných s roztroušenou sklerózou byla jasně definována dle diagnostických kritérií (Polman et al., 2011). Kontrolní skupina probandů na začátku vyšetření odpovídala na sérii anamnestických otázek, které měly za cíl odhalit nebo případně upozornit na vylučovací kritéria (např. neurologická diagnóza). Z celkového počtu 18 dobrovolníků 17 z nich odpovědělo negativně na klíčové anamnestické údaje, na základě toho byli tito jedinci v rámci této studie označeni jako zdraví. Výjimkou je jeden proband (muž), který vykázal odlišnosti výsledků při měření třesu akcelerometrem u pravé horní končetiny a v ostatních klinických testech s výjimkou síly stisku. Z tohoto důvodu byl proband vyloučen ze spektrální analýzy třesu, ze statistického hodnocení klinických vyšetření vyjma síly stisku, kde obě ruce dosáhly průměrných hodnot. Tomuto muži bylo doporučeno navštívit neurologa.

Autorka práce si je plně vědoma faktu, že ke zjištění zdravotního stavu je zapotřebí podrobnější vyšetření tzn. nejen detailnější a cílenější odběr anamnestických údajů ale především kompletní neurologické vyšetření. Na základě toho je možné, že ne všechny osoby z kontrolní skupiny jsou zcela zdravé, neboť neprošly kompletním neurologickým vyšetřením a nebyly jim položeny některé cílené dotazy. Na druhou stranu provedení kompletního vyšetření probandů je nad rámec rozsahu této práce. V literatuře lze najít řadu studií, ve kterých jsou vyšetřeny pouze zdravé osoby, které byly současně vyšetřeny anamnesticky nebo neurologicky (např. Elble, 2003; Raethjen et al., 2000; Raethjen et al., 2004; Ekşioğlu, 2016).

7.2 Charakteristika souboru osob s roztroušenou sklerózou

Pro charakterizaci míry postižení u osob s roztroušenou sklerózou byl v této studii použit Hauser Ambulation Index (HAI), jehož zjištěná průměrná hodnota u skupiny nemocných byla 3. Většinou se v literatuře jako zlatý standard pro hodnocení úrovně postižení a stanovení progrese invalidity u nemocných s roztroušenou sklerózou používá Kurtzkeho stupnice (EDSS), ve které je chůze hodnocena ve středním rozsahu stupnice (4,5–7,5) (Bethoux & Bennett, 2011). EDSS ovšem vyžaduje podrobné neurologické vyšetření a jinak nehodnotí obratnost ruky. Pro rozsah této práce je plně dostačující stanovení Hauser Ambulation Indexu, který představuje jednoduchý a snadno proveditelný test.

7.3 Kouření, alkohol a subjektivní pocit zdraví

Součástí anamnestického šetření u všech osob byly otázky týkající se užívání alkoholu, kouření a aktuálního subjektivního pocitu psychického a fyzického zdraví. Pro otázky kouření a konzumace alkoholu byly vytvořeny škály od 0 (nekuřák, abstinent) až po 3 (pravidelný kuřák; závislost na alkoholu).

V literatuře lze dohledat studie zabývající se vlivem kouření na třes. Ve studii z roku 1983 zjistili autoři vliv kouření na projevy třesu, respektive, že nikotin zhoršuje akční třes (Shiffman et al., 1983). Obdobně Maykoski s kolegy ve své práci zjistili vliv kouření na posturální svalový třes, kdy bezprostředně po vykouření 1 cigarety došlo ke zvýšení amplitudy třesu horní končetiny a toto významné zvýšení přetrvalo minimálně půl hodiny po kouření. Frekvence třesu se nezměnila (Maykoski et al., 1976). V novější studii z roku 2006 Ellingsen s kolegy zjistili zvýšený třes rukou u pravidelných kuřáků ve srovnání s nekuřáky.

U skupiny osob s roztroušenou sklerózou 3 jedinci odpověděli, že kouří, ale pouze příležitostně. Dva probandi z kontrolní skupiny sdělili, že jsou pravidelnými kuřáky (jeden vykouří denně cca 5 – 6 cigaret, druhý vykouří cca 15 – 20 cigaret). Akcentovaný třes u těchto probandů nebyl pozorován.

Odpovědi na otázku „jak často konzumujete alkohol“ přinášeli často problém s bližší kvantifikací. Největší problém představovala kategorie „příležitostně“, neboť každý z dotázaných si pod tím představil jiné množství a frekvenci alkoholu. Působení alkoholu na třes je spojeno s chronickým užíváním alkoholu ve vyšších dávkách (Hess & Pullman, 2012). Proto nepředpokládáme, že u 28 jedinců (14 osob s RS, 14 kontrol), kteří označili konzumaci alkoholu za příležitostnou, bude výrazně pozměněna charakteristika třesu. Pouze 2 osoby označily konzumaci alkoholu za pravidelnou, popř. denní, v tomto případě se jedná o pravidelnou konzumaci 1–3 piv denně. Parametry třesu u těchto probandů nevykázaly větší odchylky, akcentovaný fyziologický třes nebyl pozorován.

Stres může být jedním z faktorů podmiňujících vznik akcentovaného fyziologického třesu (Bhatia et al., 2018). Případný vliv stresu na charakteristiku třesu byl zaznamenán pomocí vizuální analogové škály a otázkou na aktuální duševní a fyzický stav. Dva probandi s roztroušenou sklerózou hodnotili, že se v den vyšetření necítí dobře (hodnota 8) a dva jedinci z kontrolní skupiny odpověděli, že se dnes necítí zcela dobře (hodnota 5). Během analýzy parametru třesu nebyly zjištěny výraznější odchylky, ani

akcentovaný fyziologický třes. Ostatní probandi hodnotili svůj subjektivní pocit zdraví v rozmezí od 0 do 4.

7.4 Klinická vyšetření na funkci horní končetiny

Jedním z cílů této práce bylo porovnat výsledky klinických testů na funkci horních končetin mezi jedinci s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupinou zdravých osob, stejně jako zjistit rozdíl mezi nemocnými a zdravými v závislosti na pohlaví. Pro vyšetření třesu horních končetin byly použity tři klinické funkční testy – *Síla stisku (Hand grip)*, *Nine-hole peg test (Devítikolíkový test)* a *Test rotace mince (Coin rotation task)*. Tyto testy byly vybrány, protože jsou rychlé, jednoduché, standardizované a dobře porovnatelné s dalšími studii.

Podářilo se prokázat signifikantní rozdíl v **síle stisku (Hand grip)** pravé horní končetiny mezi jedinci s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupinou zdravých osob. Síla stisku pravé horní končetiny je významně vyšší u zdravých jedinců. Oproti tomu rozdíl v síle stisku levé horní končetiny mezi nemocnými a kontrolní skupinou nebyl statisticky průkazný, pravděpodobně z důvodu, že všichni vyšetření probandi uvedli jako dominantní ruku pravou. V práci Lamerse a kolektivu byl prokázán významný rozdíl v síle stisku mezi nemocnými a zdravými jedinci u obou horních končetin (Lamers et al., 2013).

Porovnáním síly stisku mezi nemocnými a zdravými ženami nebyl zjištěn žádný významný rozdíl. Statistické porovnání síly stisku mezi nemocnými a zdravými muži nebylo z důvodu nízkého počtu vyšetřených nemocných mužů možné, obdobně jako porovnání výsledků jednotlivých klinických testů mezi nemocnými muži a ženami.

Srovnáním síly stisku horních končetin v závislosti na pohlaví u kontrolní skupiny osob byl zjištěn signifikantní rozdíl jak pro pravou, tak levou ruku. V obou případech mají muži významně vyšší sílu stisku oproti ženám. Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky jiných studií u zdravé populace např. Hanten et al., 1999; Ekşioğlu, 2016; Larson, 2017.

Osoby s roztroušenou sklerózou mají významně zhoršenou jemnou motoriku (testováno **Nine-hole peg testem**) jak pravé, tak levé horní končetiny oproti zdravým probandům. Zjištěné výsledky jsou v souladu např. s výsledky prací Lamers et al., 2013; Corona et al., 2018. Průměrný čas trvání Nine-hole peg testu u osob s roztroušenou sklerózou pro pravou (dominantní) ruku 24,5 s a pro levou ruku 25,7 s je srovnatelný s výsledky publikovanými v roce 2014, kdy byl zjištěn průměrný čas pro dominantní končetinu u osob s RS 26,5 s a pro nedominantní ruku 25,8 s (Heldner et al., 2014).

Ženy s roztroušenou sklerózou mají výrazně horší jemnou motoriku obou horních končetin v porovnání se zdravými ženami. Statistické porovnání délky trvání Nine-hole peg testu u nemocných a zdravých mužů nebylo možné z důvodu nízkého počtu vyšetřených nemocných mužů. Lamers a kolektiv zaznamenali významně lepší dominantní horní končetinu v porovnání s nedominantní u osob s roztroušenou sklerózou (Lamers et al., 2013).

Při zkoumání rozdílů v jemné motorice mezi zdravými muži a ženami nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl, a to ani u pravé ani u levé horní končetiny. Průměrné časy trvání Nine-hole peg testu u zdravých mužů a žen pro obě horní končetiny byly srovnatelné s výsledky opublikovanými v práci Oxford Grice et al., 2003.

Při vyhodnocení **testu rotace mince (Coin rotation task)** byl u osob s roztroušenou sklerózou zjištěn významně delší čas pro splnění úkolu oproti zdravým jedincům, a to jak u levé tak, u pravé horní končetiny. Průměrný čas potřebný pro zvládnutí dvaceti půlotáček mince u jedinců s roztroušenou sklerózou (pravá - dominantní ruka 22,5 s, levá ruka 24,9 s) byl srovnatelný s literárními údaji, kde průměrný čas pro dominantní horní končetinu byl 23,8 s a nedominantní ruku 24,3 s (Heldner et al., 2014).

Srovnáním průměrných časů v testu otáčení mince byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi nemocnými a zdravými ženami, a to pro obě horní končetiny. Ženám s roztroušenou sklerózou trval test téměř o 10 vteřin déle. Nízký počet vyšetřených mužů s roztroušenou sklerózou neumožnil statistické srovnání mezi nemocnými a zdravými muži, ani porovnání výsledků testu otáčení mince mezi nemocnými muži a ženami.

Průměrný čas testu rotace mince se nelišil mezi zdravými muži a ženami. Srovnání průměrných hodnot všech zdravých mužů pro pravou horní končetinu 12,9 s a pro levou ruku 14,3 s je velmi podobné s literárními údaji, kde pro pravou ruku byla zaznamenána rychlost testu 13,2 s a pro levou horní končetinu 14,5 s (Mendoza et al., 2009). Pro ženy nebyla nalezena žádná normativní data.

7.5 Spektrální charakteristika třesu

Na základě provedení spektrální analýzy třesu bylo zjištěno, že námi zvolené parametry (frekvence maximálního třesu a míra třesu na této frekvenci) popisující třes každého jednotlivce, se statisticky významně liší mezi nemocnými s roztroušenou sklerózou a zdravými jedinci. U osob s roztroušenou sklerózou je vyšší míra třesu a širší pásmo f_{\max} oproti zdravým jedincům.

Porovnáním frekvence maximálního třesu u levé horní končetiny mezi nemocnými a zdravými osobami byl zjištěn statisticky významný rozdíl, pro pravou horní končetinu nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl. Srovnáním míry třesu pravé horní končetiny mezi nemocnými a zdravými skupinami osob byl zaznamenán statisticky významný rozdíl, jak pro pravou, tak i pro levou horní končetinu. U osob s roztroušenou sklerózou je vyšší míra třesu u obou rukou oproti zdravým jedincům a f_{\max} se pohybuje ve stejném frekvenčním pásmu jak u pravé, tak u levé horní končetiny.

Porovnám frekvence maximálního třesu u pravé horní končetiny s nebo bez zrakové kontroly mezi nemocnými a zdravými jedinci nebyl zjištěn významný rozdíl. Srovnáním frekvence maximálního třesu u levé horní končetiny byl prokázán statisticky významný rozdíl pouze pro měření se zřakovou kontrolou. Srovnáním míry třesu s nebo bez zrakové kontroly mezi nemocnými a zdravými jedinci byl zjištěn signifikantní rozdíl jak u pravé tak u levé horní končetiny. Znamená to, že u osob s roztroušenou sklerózou je vždy bez ohledu na otevřené nebo zavřené oči výrazně větší míra třesu obou horních končetin oproti zdravým jedincům.

Existují studie zabývající se měřením třesu pomocí akcelerometru u osob s roztroušenou sklerózou (Ayache et al., 2015; Carpinella et al., 2015), ale využívají jiné transformace dat z akcelerometru, než je použito v této práci, proto získané výsledky nelze úplně porovnat. Nicméně tyto studie potvrzují rozdíl v třesu mezi nemocnými s roztroušenou sklerózou a zdravými jedinci.

Závěrem lze říci, že na základě spektrální analýzy třesu u osob s roztroušenou sklerózou se frekvence maximálního třesu a míra třesu na této frekvenci významně liší od zdravých jedinců a současně obě ruce vykazují stejné frekvenční pásmo (resp. jsou postiženy třesem stejnou měrou). Ukázalo se, že zvolené charakteristiky f_{\max} a PSD_{\max} jsou parametry s dobrou výpovědní hodnotou. Pro vyvození obecnějších závěrů

(ve smyslu diagnostického pro roztroušenou sklerózu) by bylo zapotřebí prošetřit větší počet nemocných a zdravých osob.

Do budoucna by bylo také vhodné zjistit, zda se spektrální charakteristiky třesu mění se změnou polohy (sed, stoj). Akcelerometrie by pak představovala možnost, jak měřit třes i u osob s těžším postižením, pro které již mají klasické klinické testy stropní efekt.

7.6 Vzájemné porovnání výsledků klinických testů a spektrální analýzy třesu

Výsledky vyšetření funkčních testů pro horní končetiny u osob s roztroušenou sklerózou vypovídají o významném zhoršení funkce horních končetin v porovnání se zdravými jedinci. Obdobně spektrální analýzou třesu byly u nemocných osob zjištěny významné rozdíly oproti kontrolní skupině osob. Na základě toho lze konstatovat, že výsledky klinických testů jsou porovnatelné s výsledky měření třesu pomocí akcelerometru.

Cílem této práce nebylo zjišťovat vzájemné korelace vyšetřených klinických funkcí a spektrální analýzy třesu, k tomu by bylo potřeba použít složitější statistické analýzy.

8. Závěr

Porovnáním výsledků klinických testů u osob s roztroušenou sklerózou bylo zjištěno, že nemocní mají významně slabší sílu stisku dominantní ruky (ve všech případech se v této studii jednalo o pravou horní končetinu), významně zhoršenou jemnou motoriku a obratnost obou horních končetin (Nine-hole peg test, Coin rotation task) oproti zdravé skupině osob. Vzájemné statistické porovnání nemocných mužů a žen nebylo provedeno kvůli nízkému počtu vyšetřených mužů s roztroušenou sklerózou.

Srovnáním výsledků klinických testů mezi zdravými muži a ženami bylo prokázáno, že muži mají na rozdíl od žen významně vyšší sílu stisku obou horních končetin. Nebyl zjištěn rozdíl v jemné motorice (Nine-hole peg test) a ani v obratnosti pravé a levé horní končetiny mezi a ženami (Coin rotation task).

Spektrální analýzou třesu bylo zjištěno, že u osob s roztroušenou sklerózou se frekvence maximálního třesu a míra třesu na této frekvenci významně liší od zdravých jedinců a současně, že obě ruce vykazují stejné frekvenční pásmo tzn. jsou postiženy třesem stejnou měrou.

Seznam literatury

ALUSI, S. H. A study of tremor in multiple sclerosis. *Brain* [online]. 2001, **124**(4), 720-730 [cit. 2019-05-05]. DOI: 10.1093/brain/124.4.720. ISSN 14602156. Dostupné z: <https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/124.4.720>

ALUSI, S H, S GLICKMAN, T Z AZIZ a P G BAIN. Tremor in multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 1999, **66**(2), 131-134 [cit. 2019-05-05]. DOI: 10.1136/jnnp.66.2.131. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.66.2.131>

ANDRADE O., Adriano, Adriano ALVES, Maria Fernanda Soares DE ALMEIDA, Guilherme LOPES, Ana Paula SOUZA PAIXAO, Sheila BERNARDINO a Valdeci CARLOS. Human Tremor: Origins, Detection and Quantification. *Practical Applications in Biomedical Engineering* [online]. InTech, 2013, 2013-01-09 [cit. 2019-05-06]. DOI: 10.5772/54524. ISBN 978-953-51-0924-2. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/practical-applications-in-biomedical-engineering/human-tremor-origins-detection-and-quantification>

AYACHE, S.-S., T. AL-ANI, W.-H. FARHAT, H.-G. ZOUARI, A. CRÉANGE a J.-P. LEFAUCHEUR. Analysis of tremor in multiple sclerosis using Hilbert-Huang Transform. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* [online]. 2015, **45**(6), 475-484 [cit. 2019-05-22]. DOI: 10.1016/j.neucli.2015.09.013. ISSN 09877053. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0987705315001598>

BAIN, P. G. Clinical Measurement of Tremor. *Movement Disorders*[online]. 1998, **13**(S3), 77-80 [cit. 2019-05-22]. DOI: 10.1002/mds.870131313. ISSN 08853185. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mds.870131313>

BHATIA, Kailash P., Peter BAIN, Nin BAJAJ, et al. Consensus Statement on the classification of tremors. from the task force on tremor of the International Parkinson and Movement Disorder Society. *Movement Disorders* [online]. 2018, **33**(1), 75-87 [cit. 2019-05-19]. DOI: 10.1002/mds.27121. ISSN 08853185. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mds.27121>

BELLACE, John V., Dwight HEALY, Marcus P. BESSER, Trish BYRON a Lydia HOHMAN. Validity of the Dexter Evaluation System's Jamar Dynamometer

Attachment for Assessment of Hand Grip Strength in a Normal Population. *Journal of Hand Therapy* [online]. 2000, **13**(1), 46-51 [cit. 2019-05-03]. DOI: 10.1016/S0894-1130(00)80052-6. ISSN 08941130. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0894113000800526>

BERTONI, Rita, Ilse LAMERS, Christine C CHEN, Peter FEYS a Davide CATTANEO. Unilateral and bilateral upper limb dysfunction at body functions, activity and participation levels in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal* [online]. 2015, **21**(12), 1566-1574 [cit. 2019-05-04]. DOI: 10.1177/1352458514567553. ISSN 1352-4585. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1352458514567553>

BETHOUX, Francois a Susan BENNETT. Evaluating Walking in Patients with Multiple Sclerosis. *International Journal of MS Care* [online]. 2011, **13**(1), 4-14 [cit. 2019-05-09]. DOI: 10.7224/1537-2073-13.1.4. ISSN 1537-2073. Dostupné z: <http://ijmsc.org/doi/abs/10.7224/1537-2073-13.1.4>

CARPINELLA, Ilaria, Davide CATTANEO a Maurizio FERRARIN. Hilbert–Huang transform based instrumental assessment of intention tremor in multiple sclerosis. *Journal of Neural Engineering* [online]. 2015, **12**(4) [cit. 2019-05-22]. DOI: 10.1088/1741-2560/12/4/046011. ISSN 1741-2560. Dostupné z: <http://stacks.iop.org/1741-2562/12/i=4/a=046011?key=crossref.9ccea1d4eae50aac2536ae1caa94508f8>

COMPSTON, Alastair a Alasdair COLES. Multiple sclerosis. *The Lancet* [online]. 2008, **372**(9648), 1502-1517 [cit. 2019-05-04]. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)61620-7. ISSN 01406736. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673608616207>

CORONA, Federica, Elisa GERVASONI, Giancarlo COGHE, Eleonora COCCO, Maurizio FERRARIN, Massimiliano PAU a Davide CATTANEO. Validation of the Arm Profile Score in assessing upper limb functional impairments in people with multiple sclerosis. *Clinical Biomechanics* [online]. 2018, **51**, 45-50 [cit. 2019-05-20]. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2017.11.010. ISSN 02680033. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003317303030>

DEUSCHL, Günther, Peter BAIN a Mitchell BRIN. Consensus Statement of the Movement Disorder Society on Tremor. *Movement Disorder* [online]. 1998, **13**(3), 2-23

[cit. 2019-03-21]. DOI: 10.1002/mds.870131303. ISSN 08853185. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mds.870131303>

EKŞIOĞLU, Mahmut. Normative static grip strength of population of Turkey, effects of various factors and a comparison with international norms. *Applied Ergonomics* [online]. 2016, **52**, 8-17 [cit. 2019-05-15]. DOI: 10.1016/j.apergo.2015.06.023. ISSN 00036870. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003687015300259>

ELBLE, Rodger J. Characteristics of physiologic tremor in young and elderly adults. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2003, **114**(4), 624-635 [cit. 2019-05-19]. DOI: 10.1016/S1388-2457(03)00006-3. ISSN 13882457. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245703000063>

ELBLE, Rodger, Peter BAIN, Maria JOÃO FORJAZ, et al. Task force report: Scales for screening and evaluating tremor. *Movement Disorders* [online]. 2013, **28**(13), 1793-1800 [cit. 2019-05-06]. DOI: 10.1002/mds.25648. ISSN 08853185. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mds.25648>

ELLINGSEN, D, R BASTPETTERSEN, J EFSKIND, M GJOLSTAD, R OLSEN, Y THOMASSEN a P MOLANDER. Hand tremor related to smoking habits and the consumption of caffeine in male industrial workers. *NeuroToxicology* [online]. 2006, **27**(4), 525-533 [cit. 2019-05-19]. DOI: 10.1016/j.neuro.2006.02.004. ISSN 0161813X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0161813X06000428>

FAHN, Stanley, Eduardo TOLOSA a Concepción MARÍN. Clinical Rating Scale for Tremor. In: JANKOVIC, J a E TOLOSA. *Parkinson's Disease and Movement Disorders*. Baltimore-Münich: Urban & Schwarzenberg, 1988, 225-34. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/307538277_Clinical_Rating_Scale_for_Tremor

FAHN, Stanley, Eduardo TOLOSA a Concepción MARÍN. Clinical rating scale for tremor. In: Jankovic J, Tolosa E, editors. *Parkinson's Disease and Movement Disorders*. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1993: 225–234.

FEYS, Peter, Frederik MAES, Bart NUTTIN, Werner HELSEN, Veerle MALFAIT, Guy NAGELS, Ann LAVRYSEN a Xuguang LIU. Relationship between

multiple sclerosis intention tremor severity and lesion load in the brainstem. *NeuroReport* [online]. 2005, **16**(12), 1379-1382 [cit. 2019-03-21]. DOI: 10.1097/01.wnr.0000176521.26971.58. ISSN 0959-4965. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00001756-200508220-00024>

FILIPPI, Massimo, Wolfgang BRÜCK, Declan CHARD, et al. Association between pathological and MRI findings in multiple sclerosis. *The Lancet Neurology* [online]. 2019, **18**(2), 198-210 [cit. 2019-05-04]. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30451-4. ISSN 14744422. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474442218304514>

GOLDENBERG, Marvin M. Multiple sclerosis review. *P & T : a peer-reviewed journal for formulary management* [online]. 2012, **37**(3), 175-84 [cit. 2019-05-15]. PMID: 22605909. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3351877/>

HANTEN, William P., Wen-Yin CHEN, Alicia Ann AUSTIN, et al. Maximum grip strength in normal subjects from 20 to 64 years of age. *Journal of Hand Therapy* [online]. 1999, **12**(3), 193-200 [cit. 2019-05-15]. DOI: 10.1016/S0894-1130(99)80046-5. ISSN 08941130. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0894113099800465>

HAUSER, Stephen L., David M. DAWSON, James R. LEHRICH, M. Flint BEAL, Sherwin V. KEVY, Richard D. PROPPER, John A. MILLS a Howard L. WEINER. Intensive Immunosuppression in Progressive Multiple Sclerosis. *New England Journal of Medicine* [online]. 1983, **308**(4), 173-180 [cit. 2019-05-02]. DOI: 10.1056/NEJM198301273080401. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM198301273080401>

HAVLÍK, Jan, Patrik HORÁK, Kamila ŘASOVÁ, Jitka ŘEZNÍČKOVÁ a Josef ZEMAN. The Evaluation of the Tremor: Signal Database of Healthy Control Subjects. LHOTSKA, Lenka, Lucie SUKUPOVA, Igor LACKOVIĆ a Geoffrey S. IBBOTT, ed. *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018* [online]. Singapore: Springer Singapore, 2019, 2019-05-30, s. 547-550 [cit. 2019-05-03]. IFMBE Proceedings. DOI: 10.1007/978-981-10-9038-7_100. ISBN 978-981-10-9037-0. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-9038-7_100

HAVRDOVÁ (KUBALA), Eva. *Roztroušená skleróza*. 2., rozš. vyd. Praha: Maxdorf, c2009. Farmakoterapie pro praxi. ISBN 978-80-7345-187-5.

HAVRDOVÁ (KUBALA), Eva et al. *Roztroušená skleróza v praxi*. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-189-6.

HELDNER, M. R., T. VANBELLINGEN, S. BOHLHALTER, H. P. MATTLE, R. M. MURI a C. P. KAMM. Coin Rotation Task: A Valid Test for Manual Dexterity in Multiple Sclerosis. *Physical Therapy* [online]. 2014, **94**(11), 1644-1651 [cit. 2019-04-01]. DOI: 10.2522/ptj.20130252. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20130252>

HERNANDEZ, Amanda L., Kevin C. O'CONNOR a David A. HAFLER. Multiple Sclerosis. *The Autoimmune Diseases* [online]. Elsevier, 2014, 2014, s. 735-756 [cit. 2019-05-04]. DOI: 10.1016/B978-0-12-384929-8.00052-6. ISBN 9780123849298. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123849298000526>

HESS, Christopher W a Seth L PULLMAN. Tremor: Clinical Phenomenology and Assessment Techniques. *Tremor and Other Hyperkinetic Movements* [online]. 2012, **2**, 1-14. [cit. 2019-05-19]. DOI: 10.7916/D8WM1C41. Dostupné z: <https://tremorjournal.org/index.php/tremor/article/view/65/html>

HORÁK, Patrik. *Objektivizace vyšetření třesu pomocí akcelerometru*. Praha, 2018. Bakalářská práce. Univerzita Karlova 3. lékařská fakulta.

KARUSSIS, Dimitrios. The diagnosis of multiple sclerosis and the various related demyelinating syndromes: A critical review. *Journal of Autoimmunity* [online]. 2014, **48-49**, 134-142 [cit. 2019-03-21]. DOI: 10.1016/j.jaut.2014.01.022. ISSN 08968411. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0896841114000250>

KOCH, Marcus, Jop MOSTERT, Dorothea HEERSEMA a Jacques KEYSER. Tremor in multiple sclerosis. *Journal of Neurology* [online]. 2007, **254**(2), 133-145 [cit. 2019-03-11]. DOI: 10.1007/s00415-006-0296-7. ISSN 0340-5354. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00415-006-0296-7>

KOCH, Marcus W., T. Jock MURRAY, John FISK, Jamie GREENFIELD, Virender BHAN, Philip JACOBS, Murray BROWN a Luanne M. METZ. Hand dexterity and direct disease related cost in multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 2014, **341**(1-2), 51-54 [cit. 2019-05-23]. DOI:

10.1016/j.jns.2014.03.047. ISSN 0022510X. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022510X14002081>

KOLÁŘ, Petr et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KURTZKE, J. F. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: An expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* [online]. 1983, **33**(11), 1444-1444 [cit. 2019-05-23]. DOI: 10.1212/WNL.33.11.1444. ISSN 0028-3878. Dostupné z:
<http://www.neurology.org/cgi/doi/10.1212/WNL.33.11.1444>

LAMERS, Ilse a Peter FEYS. Assessing upper limb function in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal* [online]. 2014, **20**(7), 775-784 [cit. 2019-03-11]. DOI: 10.1177/1352458514525677. ISSN 1352-4585. Dostupné z:
<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1352458514525677>

LAMERS, Ilse, Lore KERKHOF, Joke RAATS, Daphne KOS, Bart VAN WIJMEERSCH a Peter FEYS. Perceived and actual arm performance in multiple sclerosis: relationship with clinical tests according to hand dominance. *Multiple Sclerosis Journal* [online]. 2013, **19**(10), 1341-1348 [cit. 2019-05-20]. DOI: 10.1177/1352458513475832. ISSN 1352-4585. Dostupné z:
<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1352458513475832>

LARSON, Camilla C. a Zhan YE. Development of an updated normative data table for hand grip and pinch strength: A pilot study. *Computers in Biology and Medicine* [online]. 2017, **86**, 40-46 [cit. 2019-05-15]. DOI: 10.1016/j.combiomed.2017.01.021. ISSN 00104825. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010482517300276>

MATHIOWETZ, Virgil, Karen WEBER, Nancy KASHMAN a Gloria VOLLAND. Adult Norms for the Nine Hole Peg Test of Finger Dexterity. *The Occupational Therapy Journal of Research* [online]. 1985, **5**(1), 24-38 [cit. 2019-04-01]. DOI: 10.1177/153944928500500102. ISSN 0276-1599. Dostupné z:
<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/153944928500500102>

MAYKOSKI, KA, MB RUBIN a AC DAY. Effect of cigarette smoking on postural muscle tremor. *Nursing Research*. 1976, **25**(1), 39-43. PMID: 1044041.

MCCREARY, J. Keiko, James A. ROGERS a Susan J. FORWELL. Upper Limb Intention Tremor in Multiple Sclerosis. *International Journal of MS Care* [online]. 2018, **20**(5), 211-223 [cit. 2019-03-11]. DOI: 10.7224/1537-2073.2017-024. ISSN 1537-2073. Dostupné z: <http://ijmsc.org/doi/10.7224/1537-2073.2017-024>

MENDOZA, J. E., G. T. APOSTOLOS, J. D. HUMPHREYS, B. HANNA-PLADDY a S. E. O'BRYANT. Coin Rotation Task (CRT): A New Test of Motor Dexterity. *Archives of Clinical Neuropsychology* [online]. 2009, **24**(3), 287-292 [cit. 2019-05-20]. DOI: 10.1093/arclin/acp030. ISSN 0887-6177. Dostupné z: <https://academic.oup.com/acn/article-lookup/doi/10.1093/arclin/acp030>

NEVŠÍMALOVÁ, Soňa, Jiří TICHÝ a Evžen RŮŽIČKA et al.. *Neurologie*. Praha: Galén, c2002. ISBN 80-7262-160-2.

OXFORD GRICE, K., K. A. VOGEL, V. LE, A. MITCHELL, S. MUNIZ a M. A. VOLLMER. Adult Norms for a Commercially Available Nine Hole Peg Test for Finger Dexterity. *American Journal of Occupational Therapy*[online]. 2003, **57**(5), 570-573 [cit. 2019-05-20]. DOI: 10.5014/ajot.57.5.570. ISSN 0272-9490. Dostupné z: <http://ajot.aota.org/Article.aspx?doi=10.5014/ajot.57.5.570>

PANICKER, Jalesh N a Pramod PAL. Clinical features, assessment and treatment of essential tremor. *The Journal of the Association of Physicians of India*. 2003, **51**(March), 276 -9. PMID: 12839351. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/10680253_Clinical_features_assessment_and_treatment_of_essential_tremor

POLMAN, Chris H., Stephen C. REINGOLD, Brenda BANWELL, et al. Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 Revisions to the McDonald criteria. *Annals of Neurology* [online]. 2011, **69**(2), 292-302 [cit. 2019-05-24]. DOI: 10.1002/ana.22366. ISSN 03645134. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ana.22366>

RAETHJEN, J, F PAWLAS, M LINDEMANN, R WENZELBURGER a G DEUSCHL. Determinants of physiologic tremor in a large normal population. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2000, **111**(10), 1825-1837 [cit. 2019-05-19]. DOI: 10.1016/S1388-2457(00)00384-9. ISSN 13882457. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245700003849>

RAETHJEN, J, M LAUK, B KÖSTER, U FIETZEK, L FRIEGE, J TIMMER, C.H LÜCKING a G DEUSCHL. Tremor analysis in two normal cohorts. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2004, **115**(9), 2151-2156 [cit. 2019-05-19]. DOI: 10.1016/j.clinph.2004.04.006. ISSN 13882457. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245704001488>

RAFFEL, Joel, Benjamin WAKERLEY a Richard NICHOLAS. Multiple sclerosis. *Medicine* [online]. 2016, **44**(9), 537-541 [cit. 2019-05-04]. DOI: 10.1016/j.mpmed.2016.06.005. ISSN 13573039. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1357303916301086>

RŮŽIČKA, Evžen, Jan ROTH a Petr KAŇOVSKÝ et al. *Dyskinetické syndromy a onemocnění: Extrapyramidová onemocnění II*. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-154-8.

SHIFFMAN, Saul M, Ellen R GRITZ, Joan MALTESE, Monroe A LEE, Nina G SCHNEIDER a Murray E JARVIK. Effects of cigarette smoking and oral nicotine on hand tremor. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*[online]. 1983, **33**(6), 800-805 [cit. 2019-05-12]. DOI: 10.1038/clpt.1983.109. ISSN 0009-9236. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1038/clpt.1983.109>

SMAGA, Sharon. Tremor. *American family physician* [online]. 2003, **68**(8), 1545-52. PMID:14596441. Dostupné z: <https://www.aafp.org/afp/2003/1015/p1545.pdf>

ULMANOVÁ, Olga a Evžen RŮŽIČKA. Diferenciální diagnóza třesu. *Zdravotnictví a medicína* [online]. 2003 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/diferencialni-diagnoza-tresu-154097>

YOZBATIRAN, Nuray, Ferdi BASKURT, Zeliha BASKURT, Serkan OZAKBAS a Egemen IDIMAN. Motor assessment of upper extremity function and its relation with fatigue, cognitive function and quality of life in multiple sclerosis patients. *Journal of the Neurological Sciences*[online]. 2006, **246**(1-2), 117-122 [cit. 2019-03-31]. DOI: 10.1016/j.jns.2006.02.018. ISSN 0022510X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022510X06000815>

ZUVICH, R.L., J.L. MCCAULEY, M.A. PERICAK-VANCE a J.L. HAINES. Genetics and pathogenesis of multiple sclerosis. *Seminars in Immunology* [online].

2009, **21**(6), 328-333 [cit. 2019-05-04]. DOI: 10.1016/j.smim.2009.08.003. ISSN 10445323. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1044532309000797>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Semiologické dělení třesu	20
Tabulka 2: Základní charakteristika souboru probandů s roztroušenou sklerózou.....	40
Tabulka 3: Základní charakteristika kontrolního souboru osob.....	41
Tabulka 4: Délka onemocnění roztroušenou sklerózou a Hauser Ambulation Index...	44
Tabulka 5: Typ roztroušené sklerózy a typ použité pomůcky pro chůzi	45
Tabulka 6: Základní charakteristika klinických testů u osob s roztroušenou sklerózou	46
Tabulka 7: Základní charakteristika klinických testů u kontrolní skupiny osob.....	46
Tabulka 8: Celková základní charakteristika klinických testů nemocných a zdravých osob.....	47
Tabulka 9: Shapirův – Wilkův test normality dat z klinického vyšetření u kontrolní skupiny osob	48
Tabulka 10: Shapirův – Wilkův test normality dat z klinického vyšetření u osob s roztroušenou sklerózou	49
Tabulka 11: Výsledky nezávislého dvouvýběrového t-testu pro jednotlivé klinické testy u nemocných a zdravých osob	50
Tabulka 12: Výsledky nezávislého dvouvýběrového t-testu pro jednotlivé klinické testy u nemocných a zdravých žen	53
Tabulka 13: Výsledky nezávislého dvouvýběrového t-testu pro jednotlivé klinické testy v závislosti na pohlaví u zdravých osob	56
Tabulka 14: Základní charakteristika třesu měřeného pomocí akcelerometru u nemocných a zdravých osob	58
Tabulka 15: Základní charakteristika třesu měřeného pomocí akcelerometru pro pravou a levou horní končetinu u nemocných a zdravých osob	58
Tabulka 16: Shapirův – Wilkův test normality dat ze spektrální analýzy třesu u nemocných a zdravých osob	59
Tabulka 17: Výsledky frekvence maximálního třesu a míry třesu na této frekvenci mezi skupinou nemocných a zdravých osob	60
Tabulka 18: Výsledky porovnání frekvence největšího třesu (f_{\max}) a míry třesu (PSD_{\max}) pro pravou a levou horní končetinu mezi nemocnými a zdravými osobami	62

Tabulka 19: Porovnání frekvence největšího třesu pravé a levé horní končetiny s a bez zrakové kontroly mezi nemocnými a zdravými osobami	63
Tabulka 20: Porovnání míry třesu pravé a levé horní končetiny s a bez zrakové kontroly mezi nemocnými a zdravými osobami	63
Tabulka 21: Podrobná charakteristika klinických testů horních končetin u osob s roztroušenou sklerózou	95
Tabulka 22: Podrobná charakteristika klinických testů horních končetin u kontrolní skupiny osob	96

Seznam grafů

Graf 1: Časový průběh vybraného záznamu signálu z akcelerometru	38
Graf 2: Spektrální výkonová hustota (PSD) vybraného záznamu	39
Graf 3: Četnost kouření u osob s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupiny osob	42
Graf 4: Četnost konzumace alkoholu u osob s roztroušenou sklerózou a u kontrolní skupiny osob	43
Graf 5: Četnost hodnot vizuální analogové škály u osob s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupiny osob	43
Graf 6: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických testů v porovnání pro zdravé a nemocné osoby	50
Graf 7: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v porovnání pro zdravé a nemocné muže	52
Graf 8: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v porovnání pro zdravé a nemocné ženy	54
Graf 9: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v závislosti na pohlaví u osob s roztroušenou sklerózou	55
Graf 10: Přehled krabicových grafů průměrných hodnot klinických vyšetření v závislosti na pohlaví u zdravých osob	57
Graf 11: Příklad porovnání spektrální výkonové hustoty (PDS_{max}) signálu z akcelerometru pro pravou horní končetinu u vybrané osoby s roztroušenou sklerózou (A) a zdravé osoby (B).....	59
Graf 12: Krabicový graf porovnání mediánů frekvencí maximálního třesu u nemocných a zdravých osob	60
Graf 13: Krabicový graf porovnání průměrů míry třesu (PDS_{max}) u nemocných a zdravých osob	61
Graf 14: Krabicový graf porovnání mediánů f_{max} pro pravou a levou horní končetinu mezi nemocnými a zdravými osobami.....	62

Graf 15: Krabicový graf porovnání průměrných hodnot PDS_{max} pro pravou a levou horní končetinu mezi nemocnými a zdravými osobami 62

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vizuální analogová škála (VAS)	35
Obrázek 2: Dynamometr firmy JAMAR	94
Obrázek 3: Nine-hole peg test	94
Obrázek 4: Měřicí zařízení, akcelerometr	94
Obrázek 5: Fotografie posturální situace při měření akcelerometrem	94

Přílohy

Příloha č. 1: Souhlas etické komise

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

Příloha č. 3: Hauser Ambulation Index

Příloha č. 4: Anamnestické otázky

Příloha č. 5: Obrázková fotodokumentace

Příloha č. 6: Podrobná charakteristika klinických testů

Příloha č. 1: Souhlas etické komise



ETICKÁ KOMISE
FAKULTNÍ NEMOCNICE KRÁLOVSKÉ VINOHRADY
MEDICAL FACULTY OF CHARLES UNIVERSITY

ROZHODNUTÍ **MULTICENTRICKÉ ETICKÉ KOMISE FAKULTNÍ NEMOCNICE** **KRÁLOVSKÉ VINOHRADY**

EK-VP/23/0/2014

NÁZEV PROJEKTU:

„Vliv fyzioterapeutických facilitací technik na funkci horní končetiny u pacientů s roztroušenou sklerózou“

Hlavní zkoušející:

PhDr. Kamila Řasová, PhD.

Pracoviště:

Klinika rehabilitačního lékařství FNKV

Etická komise na svém zasedání **dne 6.8.2014** projednala návrh vědeckého projektu, doloženého následujícími dokumenty:

1. Žádost o schválení
2. Anotace projektu
3. Informovaný souhlas
4. Záznam průběhu terapií

Na základě hlasování EK vydává

- Souhlasné stanovisko**
 Nesouhlasné stanovisko

Projekt je přínosem pro pacienty.

Zkoušející se hlasování nezúčastnila.

Poučení pro hlavního zkoušejícího:

V případě podávání nových výzkumných projektů v rámci grantových agentur je hlavní zkoušející povinen zajistit souhlasné stanovisko SÚKL, a to prostřednictvím Úseku pro grantové programy FNKV, který poskytne kompletně zpracované žádosti Etické komisi FNKV. Etická komise následně zašle vybrané projekty k posouzení na SÚKL. Vlastní podání projektů do soutěže není vázáno pozitivním stanoviskem SÚKL, v žádosti je však třeba zmínit, že projekt byl na SÚKL k posouzení podán. V rozpočtu je třeba počítat i s výdaji na pojištění pacientů.

Hlavní zkoušející je povinen ohlásit EK FNKV datum zahájení a ukončení projektu a zaslat závěrečnou zprávu.

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

Informovaný souhlas účastníka studie

VLIV FYZIOTERAPEUTICKÝCH FACILITAČNÍCH TECHNIK A VIRTUÁLNÍ REALITY NA FUNKCI HORNÍ KONČETINY U PACIENTŮ S ROZTROUŠENOU SKLERÓZOU

Průběh a popis studie

Cílem tohoto projektu je zjistit vliv fyzioterapeutických intervencí na funkci horních končetin.

Ve studii budou zaznamenány některé demografické údaje (věk, pohlaví, váha a výška) a data vztahující se k onemocnění (stupeň neurologického postižení, typ RS, délka trvání onemocnění, užívání léků).

Na hodnocení funkce horních končetin budou použité různé validované klinické testy (hodnotící sílu stisku a úchopu ruky, jemné a hrubé manuální zručnosti, manipulace s předměty, rychlost a koordinaci horních končetin) dotazníkové testy pro subjektivní hodnocení funkce a aktivity horních končetin.

Vyšetření třesu bude realizované pomocí akcelerometru, fixovaného na II. prst ruky pomocí akrylátového prstýnku (naměřený záznam bude přenesen do počítače, z kterého se budou odečítat potřebné hodnoty).

Tato vyšetření budou provedena vyškoleným nezávislým fyzioterapeutem, a to celkem čtyřikrát v čase – měsíc před začátkem terapie, před terapií, hned po skončení rehabilitace a s odstupem dvou měsíců. Každé z těchto čtyř měření bude trvat 1-1,5 hodiny a budou probíhat na Neurologické klinice FNKV v Praze. V případě potřeby budou dělané přestávky, celková doba bude přizpůsobena Vaší fyzické a psychické kondici.

V rámci studie podstoupíte ambulantní fyzioterapeutický program zaměřen na funkci horních končetin a aktivity denního života (2 terapie dvakrát týdně po dobu jedné hodiny) v rozsahu dvou měsíců (16 terapeutických jednotek). V terapiích se bude vycházet z přirozených pohybů zdravého člověka a z pohybů denních činností. Jedna skupina podstoupí facilitační fyzioterapeutický přístup – PNF – propioceptivní neuromuskulární facilitace), který využívá přirozené pohyby zdravého člověka a pohyby denních činností. Druhá skupina podstoupí fyzioterapii obohacenou o prvky virtuální reality

Já, níže uvedený, dávám souhlas k účasti ve studii s názvem:

Vliv fyzioterapeutických facilitačních technik a virtuální reality na funkci horní končetiny u pacientů s roztroušenou sklerózou

Jméno:

Rodné číslo:

Identifikační kód.....

1. Zcela dobrovolně souhlasím s účastí v této studii.
2. Byl(a) jsem plně informován(a) o účelu této studie, o procedurách s ní souvisejících a o tom, co se ode mne očekává. Měl(a) jsem možnost položit jakýkoliv dotaz, týkající se použité metody i účelu této studie a potvrzuji, že všechny mé dotazy byly zodpovězeny.
3. Souhlasím, že budu plně spolupracovat s lékaři studie a budu je ihned informovat, pokud se objeví změny mého zdravotního stavu nebo nečekané či neobvyklé projevy.
4. Víím, že mohu kdykoli svobodně ze studie odstoupit, aniž by to mělo vliv na kvalitu mého dalšího léčení.
5. Chápu, že informace v mé zdravotnické dokumentaci jsou významné pro vyhodnocení výsledků studie. Souhlasím s využitím těchto informací s vědomím, že bude zachována důvěrnost těchto informací.

Koordinátor studie: PhDr. Kamila Řasová, Ph.D., kamila.rasova@gmail.com, 604511416

Podpis pacienta:

„Souhlasím“

Jméno pacienta:

Datum:

Já, níže podepsaný (klinický pracovník), tímto prohlašuji, že jsem dle mého nejlepšího vědomí vysvětlil/a cíle, postupy, výhody a rovněž také rizika a diskomfort vyplývající z této studie účastníku této studie nebo jeho zákonnému zástupci (jméno a příjmení)..... Účastník poskytl svůj informovaný souhlas k účasti ve studii. Kopie informovaného souhlasu bude dobrovolníkovi poskytnuta.

Datum:

Podpis výzkumného pracovníka:

Příloha č. 3: Hauser Ambulation Index

- 0 = Asymptomatický, plně aktivní.
- 1 = Chůze normální, ale hlásí únavu, která zasahuje do atletických nebo jiných náročných aktivit.
- 2 = Abnormální chůze nebo epizodická nerovnováha; porucha chůze je vnímána rodinou a přáteli; schopný ujit pěšky 8 metrů za 10 sekund nebo méně.
- 3 = Chůze nezávislá, schopen ujit 8 metrů za 20 sekund a méně.
- 4 = Vyžaduje jednostrannou oporu (hůl nebo jedna berle) k chůzi, ujde ujit 8 metrů za 20 sekund a méně.
- 5 = Vyžaduje oboustrannou oporu (hole, berle nebo chodítko) a je schopen ujit 8 metrů za 20 sekund nebo méně; případně vyžaduje jednostrannou oporu, ale potřebuje více než 20 sekund na vzdálenost 8 metrů.
- 6 = Vyžaduje oboustrannou oporu a více než 20 vteřin na ujití vzdálenosti 8 metrů; příležitostné použití invalidního vozíku*.
- 7 = Chůze omezená na několik kroků s oboustrannou oporou; neschopný ujit 8 metrů; může využívat invalidní vozík * pro většinu činností.
- 8 = Omezen na invalidní vozík; schopen přesuny provádět samostatně.
- 9 = Omezen na invalidní vozík; neschopen provádět přesuny samostatně.

* Použití invalidního vozíku může být určeno životním stylem a motivací. Očekává se, že pacienti ve stupni 7 budou používat invalidní vozík častěji než ti ve třídách 5 nebo 6. Přiřazení stupně v rozmezí 5 až 7 je však určeno schopností pacienta chodit na danou vzdálenost, a nikoliv podle rozsahu, v němž pacient používá invalidní vozík

Příloha č. 4: Anamnestické otázky

Anamnestické otázky jsou totožné jako u bakalářské práce (Horák, 2018).

Klíčové otázky:

- Bylo Vám diagnostikováno neurologické onemocnění, nebo jste měl/a nějaký úraz hlavy, míchy, či obecně nervového systému/nervů na dolních či horních končetinách?
- Navštívil/a jste někdy neurologa?
- Trpíte závratěmi nebo poruchami rovnováhy např. při chůzi či stojí?
- Máte problémy při denních činnostech, např. oblékání se, jemné manipulace např. s přiborem? Neobjevuje se třes nebo zvýšená únavnost?
- Podstoupil/a jste v horizontu 5 let nějaké operace nebo úrazy (např. zlomeniny)?
- Cítíte teď nějaké bolesti, jakéhokoliv charakteru? Máte nějaké dlouhodobé bolesti?
- Užíváte nějaké léky?

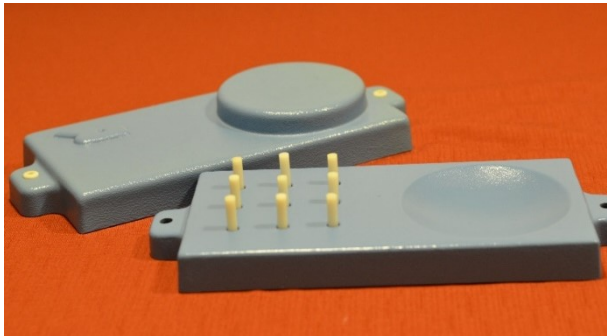
Doplňující otázky:

- Léčíte se s něčím dlouhodoběji? (cukrovka, vysoký krevní tlak atd.)
- Necítíte teď slabost, nemáte pocit žízně nebo hladu?

Příloha č. 5: Obrázková fotodokumentace

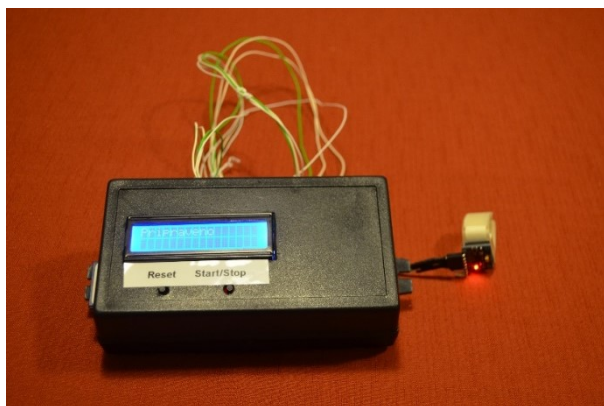


Obrázek 2: Dynamometr firmy JAMAR (zdroj: foto autorka)



Obrázek 3: Nine-hole peg test

(zdroj: foto autorka)



Obrázek 4: Měřicí zařízení, akcelerometr

(zdroj: foto autorka)



Obrázek 5: Posturální situace při měření akcelerometrem (zdroj: foto autorka)

Příloha č. 6: Podrobná charakteristika klinických testů

Tabulka 21: Podrobná charakteristika klinických testů horních končetin u osob s roztroušenou sklerózou

RS SKUPINA						
Muži	N	průměr	medián	min	max	SD
Hand grip P [kg]	3	33,17	37,17	6,33	56	25,07
Hand grip L [kg]	3	40,83	38,67	33,50	50,33	8,62
NHPT P [s]	2	22,93	22,93	21,12	24,74	2,56
NHPT L [s]	2	22,55	22,55	20,46	24,64	2,95
Coin task P [s]	2	13,76	13,76	12,88	14,65	1,25
Coin task L [s]	2	17,02	17,02	15,02	19,02	2,83
Ženy	N	průměr	medián	min	max	SD
Hand grip P [kg]	14	25,61	27,83	13,67	34,00	6,16
Hand grip L [kg]	14	25,71	26,50	14,67	38,00	7,03
NHPT P [s]	14	24,72	23,52	16,05	40,45	8,16
NHPT L [s]	14	26,18	23,87	14,19	53,58	9,92
Coin task P [s]	14	23,42	18,36	12,86	53,36	11,69
Coin task L [s]	14	26,07	20,80	13,77	56,70	11,93
Celkem	N	průměr	medián	min	max	SD
Hand grip P [kg]	17	26,64	29,00	6,33	56,00	10,87
Hand grip L [kg]	17	28,38	27,67	14,67	50,33	9,21
NHPT P [s]	16	24,50	23,25	16,05	40,45	7,65
NHPT L [s]	16	25,73	23,87	14,19	53,58	9,35
Coin task P [s]	16	22,48	18,12	12,86	53,36	11,40
Coin task L [s]	16	24,94	20,06	13,77	56,70	11,55

Vysvětlivky: NHPT – Nine-hole peg test, P – pravá horní končetina, L – levá horní končetina, N – počet osob, SD – směrodatná odchylka, kg – kilogramy, s – sekundy

Tabulka 22: Podrobná charakteristika klinických testů horních končetin u kontrolní skupiny osob

KONTROLNÍ SKUPINA						
Muži	N	průměr	medián	min	max	SD
Hand grip P [kg]	9	46,96	48,33	33,67	67,33	10,31
Hand grip L [kg]	9	42,52	43,33	30,67	59,67	8,98
NHPT P[s]	8	18,38	18,01	15,99	22,76	2,11
NHPT L[s]	8	18,94	18,63	17,12	21,64	1,50
Coin task P[s]	8	12,29	12,24	9,12	15,28	2,08
Coin task L[s]	8	13,34	14,04	9,79	15,51	2,02
Ženy	N	průměr	medián	min	max	SD
Hand grip P [kg]	9	26,93	27,0	20,67	33,00	3,86
Hand grip L [kg]	9	24,04	23,33	18,67	29,00	3,90
NHPT P[s]	9	16,36	16,25	11,15	21,91	3,06
NHPT L[s]	9	17,19	17,16	14,70	20,04	2,02
Coin task P [s]	9	14,01	13,23	10,27	19,70	3,20
Coin task L[s]	9	15,95	14,35	12,20	21,01	3,30
Celkem	N	průměr	medián	min	max	SD
Hand grip P [kg]	18	36,94	33,33	20,67	67,33	12,78
Hand grip L [kg]	18	33,28	29,83	18,67	59,67	11,54
NHPT P [s]	17	17,31	17,02	11,51	22,76	2,78
NHPT L [s]	17	18,01	17,92	14,70	21,64	1,96
Coin task P [s]	17	13,20	13,12	9,12	19,70	2,79
Coin task L[s]	17	14,73	14,35	9,79	21,01	3,00

Vysvětlivky: NHPT – Nine-hole peg test, P – pravá horní končetina, L – levá horní končetina, N – počet osob, SD – směrodatná odchylka, kg – kilogramy, s – sekundy