

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2024

Andrea Halková

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Předpoklady zpětnovazebních mechanismů v telerehabilitaci

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Tereza Nováková, PhD.

Vypracoval:

Andrea Halková

Praha, březen 2024

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

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce PhDr. Tereze Novákové, PhD. za odborné vedení práce, za její konstruktivní rady a připomínky, za její čas a trpělivost, jak s vedením diplomové práce, tak po celou dobu studia. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Jindřichu Adolfovi z CIIRC ČVUT za spolupráci na výzkumné části, dobré nápady a čas a také za časté a dlouhé konzultace ohledně statistické části této práce. Děkuji ČVUT za poskytnutí prostor a technického vybavení pro provedení praktické části této diplomové práce. V neposlední řadě děkuji celé své rodině za podporu a trpělivost během celého studia.

Abstrakt

Název: Předpoklady zpětnovazebních mechanismů v telerehabilitaci

Cíle: Cílem této diplomové práce bylo ověřit, zda a na základě jakých podmínek je možné objektivně hodnotit správnost provedení cvičení dle předem stanovených parametrů pro dané cvičení, vzdáleně, jenom na základě videozáznamu

Metody: V hodnocení bylo zahrnuto 40 probandů, zdravé dospělé populace, u které byly pořízeny video nahrávky cvičení. Tato cvičení pak byla dle předem nastavených podmínek posuzována 75 hodnotiteli-více, nebo méně zkušenými specialisty z oboru fyzioterapie, nebo trénerství. Hodnocena byla jejich vzájemná shoda, jejich shoda samého se sebou při opakovaném hodnocení toho samého videa, rozdíl mezi hodnocením dle délky jejich praxe. Byla provedena analýza parametrů, dle shody v jejich hodnocení, nebo rozdíly mezi parametry hodnocení v rámci jejich specifity. Naměřené hodnoty byly statisticky a graficky zpracovány.

Výsledky: Ukázalo se, že lze správnost provedení cvičení hodnotit vzdáleně zejména v případech, že se pro hodnocení vyberou specificky nastavené parametry, zejména ty, u kterých je lehké stanovit pravdivostní hodnotu. Vyšší míru objektivity a tedy vzájemné shody dosahují hodnotitelé s delší praxí v oboru, kteří dosahují vysoké vzájemné shody. Pro objektivní hodnocení pomocí média, jako například video nahrávky, nebo možná další formy v budoucnu, je potřeba vybírat jednoduše proveditelná cvičení. Hodnocení by měli provádět odborníci s co největší délkou praxe a parametry pro hodnocení by měly být zvoleny tak, aby byly přesně definované a bylo možné určit zhodnocení jenom v podobě toho, jestli daný parametr platí, nebo neplatí.

Klíčová slova: Vzdálené hodnocení, cvičení, video nahrávka, parametr hodnocení. Inter rater reliabilita, Intra rater reliabilita, shoda ve vzdáleném hodnocení cvičení, objektivita hodnocení dle videa.

Abstract

Title : Preconditions of feedback mechanism in telerehabilitation

Objectives: The aim of this master thesis was to determine whether and under what conditions it is possible to objectively assess the exercise execution, according to predefined parameters of given exercise remotely, based on vide-recording only.

Methods: 40 probands, a healthy adult population, were included in the evaluation, for which video recordings of the exercises were made. These exercises were then judged by 75 raters-more or less experienced specialists in the field-according to preset conditions. They were evaluated for their agreement with each other, their agreement with themselves when the same video was repeated, and the difference between the ratings according to their length of practice. Parameter analysis was performed according to the agreement in their ratings, or the differences between the rating parameters in terms of their specificity. The measured values were statistically and graphically processed..

Results : It has been shown that the correctness of the exercise execution can be remotely evaluated, especially if specific parameters are selected, mostly those for which it is easy to determine the truth value. A higher degree of objectivity and therefore inter-rater agreement is achieved by raters with longer experience in the field who achieve high level of agreement. For objective evaluation using a medium such as video recording, or perhaps other forms in the future, it is necessary to select exercises that are easy to perform, the evaluation should be performed by experts with as much experience as possible, and the parameters for evaluation should be chosen so that they are well defined and it is only possible to determine the evaluation in terms of whether or not the parameter is valid..

Key words: Remote evaluation, exercise, video recording, evaluation parameter. Inter rater reliability, Intra rater reliability, agreement in remote exercise evaluation, objectivity of evaluation by video.

OBSAH

1	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	1
1.1	ÚVOD	1
1.2	Historie Telerehabilitace a Telemedicíny.....	2
1.3	Proč uvažujeme o telemedicine/telerehabilitaci	3
1.4	Telerehabilitace	7
1.5	Technologie využívané v telerehabilitaci.....	9
1.5.1	Videokonferenční platformy	9
1.5.2	Kontaktní monitorovací zařízení	9
1.5.3	Vzdálená monitorovací zařízení.....	9
1.5.4	Virtuální a augmentovaná realita	9
1.5.5	Specializované biometrické sensory	11
2	Kinematická analýza	13
2.1	Využití kinematické analýzy:.....	14
2.1.1	Zařízení využívané pro kinematickou analýzu	15
2.1.2	OpenPose.....	17
2.2	Telemedicínské platformy	18
2.3	Mobilní aplikace.....	18
2.4	Online Rehabilitační portály	19
3	Shrnutí:.....	27
4	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	29
4.1	Cíl práce	29
4.2	Úkoly práce	30
4.3	Výzkumné otázky.....	31
4.4	Hypotézy:	32
5	METODIKA DIPLOMOVÉ PRÁCE	33
5.1	Metodický postup pro tvorbu teoretických východisek	33
5.2	Metodický postup při vytváření praktické části diplomové práce.....	34

5.2.1	Příprava na sběr dat	34
5.2.2	PhyEx- aplikace pro hodnotitele	37
5.2.3	Charakteristika testovaného souboru.....	38
5.2.4	Průběh měření a výzkumu:	41
5.2.5	Výběr videozáznamu cvičení do finálního hodnocení a jejich definování pro další hodnocení.	42
5.2.6	Hodnocení správnosti provedení cvičení:	45
5.2.7	Analýza dat:.....	46
6	Výsledky:	47
6.1.1	H1 Inter rater reliabilita-hodnocení správnosti provedení cviků na základě předem stanovených parametrů všech hodnotitelů vzájemně, cviků a parametrů.	47
6.1.2	H2-Repetitivní hodnocení Intra-rater reliabilita hodnotitelů:.....	48
6.1.3	H3- Hodnocení rozdílů v posouzení správnosti v tří-vs. dvoustupňové škále hodnocení-.....	49
6.1.4	H4- Výběr parametrů s nejvyšší a nejnižší mírou shody.....	54
6.1.5	H5-Porovnání shody v hodnocení v nespecifických a specifických parametrech.....	55
6.1.6	H6- Porovnání hodnocení v závislosti na délce praxe:	55
7	DISKUZE.....	59
8	ZÁVĚR	61
9	Seznam použité literatury:.....	64

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

1.1 ÚVOD

Vývoj společnosti a rozvoj technologií jsou vzájemně propojené. S dramatickým nárůstem obyvatelstva zejména ve 20. století se zvyšují požadavky na produkci a rozvoj ekonomiky, urychlení komunikace, zefektivnění výrobních procesů. Naše dny jsou rychlejší a subjektivně kratší, jedinec potřebuje za den stihnout o mnoho více činností, než tomu bylo předtím. Společnost formuje pokrok a pokrok kolem formuje společnost. Nemusí to být automaticky pozitivní pokrok, to ukáže teprve čas. Pokrok ve smyslu zejména digitalizace společnosti je jako sněhová koule valící se z kopce, nabírající na rychlosti i rozsahu. Nejvýraznější rozvoj ze všech oblastí našich životů zaznamenaly za poslední desetiletí zejména IT technologie, které pronikají do všech odvětví lidské činnosti, od financí, přes průmysl, až k lékařství.

Jedním z nejpálčivějších problémů, kterým dnes společnost čelí, vzhledem k vysokému počtu obyvatel a neustále se prodlužujícímu věku dožití obyvatel, zejména v pokrokovějších částech světa, je zvyšující se potřeba dostupných a funkčních zdravotnických služeb. Vzhledem k tomu, že je náš svět stále více propojený a rychleji se vyvíjí, nestačí již tradiční metody poskytování zdravotní péče uspokojovat rostoucí poptávku. To podnítilo zejména v posledních dvou dekadách rozvoj telemedicíny, která nabízí řešení využívající technologie k zajištění vzdáleného přístupu ke zdravotnickým službám.

Potřebu telemedicíny ve společnosti lze přičíst řadě faktorů. Rostoucí výskyt chronických onemocnění a stárnutí populace značně zatěžují systém zdravotní péče, což vede k omezenému přístupu k lékařům a dlouhým čekacím dobám, zejména na specializovaná vyšetření. Telemedicína v teorii řeší tento problém tím, že umožňuje méně závažné případy, nevyžadující okamžitou intervenci, řešit a konzultovat na dálku, bez osobní návštěvy lékaře. To nejen šetří čas a peníze jak pacientům, tak institucím, ale také snižuje časovou zátěž zdravotnických zařízení.

Telemedicína hraje zásadní roli při zlepšování přístupu ke zdravotnickým službám komunitám s chybějící dostupností péče, například obyvatelům venkovských, nebo odlehlých oblastí.

Tyto skupiny lidí často čelí významným překážkám v přístupu ke zdravotnickým službám, kvůli vzdálenosti, nebo omezené dostupnosti, nebo z důvodu malého počtu obyvatel a tudíž ekonomicky nevýhodné oblasti pro zdravotnické zařízení, lékaře, nebo nelékařské obory.

Telemedicína může pomoci tuto mezeru překlenout tím, že spojí pacienta a zdravotnického pracovníka vzdáleně.

Použití informačních technologií ve zdravotnictví a jeho podoborech se združuje pod název eHealth. eHealth je obor, který obecně označuje elektronické zdravotnictví- tedy koncept využívající moderní informační a komunikační technologie k zajištění prevence, diagnostiky, léčbě, edukaci pacientů a podporu zdravého životního stylu. Pod tento pojem patří jak poskytování zdravotnických služeb, tak sběr dat o pacientech, také komunikační síť skrz různá zdravotnická pracoviště a podpora telemedicíny a jejich podoborů (telerehabilitace, telekonzultace, telemonitoring a jiné).(1)

1.2 HISTORIE TELEREHABILITACE A TELEMEDICÍNY

S nástupem 21. století, se v rámci českého zdravotnictví a lékařské starostlivosti, začal více objevovat termín “Telemedicína” Toto slovo pochází z řečtiny a je složené ze slov “tele”, tedy v překladu “na dálku” a slova “medeor”, řecky “léčit”. Principem je, za pomoci informačních technologií, poskytovat pacientům poradenství, nebo podporu a asistenci v rámci zdravotní starostlivosti, nebo prostřednictvím různých informačních technologií a vzdálených elektronických zařízení, získávat o pacientovi informace, například vitální funkce a jiné. Vznik a počátky Telemedicíny se objevily již v 60. letech 20. století ve Švédsku, u pacientů s pokročilým srdečním selháním, jako součást paliativní terapie. Dalším výrazným členem v rámci rozvoje telemedicíny je NASA, která za pomoci technologií monitorovala tělesné funkce astronautů na pilotované vesmírné lodi. První projekt pro poskytování zdravotní péče vzdáleně, vznikl pak v roce 1964 mezi Psychiatrickým institutem v Nebrasce a Nemocnicí v Norfolku. Na tento navazovali další, se snahou a myšlenkou, poskytnout zdravotní starostlivost i lidem v tzv. odloučených lokalitách, jako na příklad na Aljašce. Vzhledem k tomu, že v těchto letech ještě nebyly informační technologie na vysoké úrovni, nebyly zatím tyto projekty ekonomicky výhodné-

vysoké náklady převýšily úžitek a v 70. a 80. letech došlo k útlumu telemedicinských iniciativ. Rychlým vývojem informačních technologií zejména v 90. letech 20. Století, se tyto iniciativy rozeběhly a rozvoj telemedicíny lze pozorovat zejména na přelomu tisíciletí. První pracoviště se v České republice objevují v roce 2003. Obecně jsou následkem zvyšování počtu obyvatel, tím pádem větším časovým nárokům na poskytování zdravotnické starostlivosti, tak v souvislost s tím, i nárůstem morbidit v populaci a nedostatečným počtem odborníků. Snaha o implementaci telemedicíny do některých zdravotnických oborů je i snahou o snižování finančních nákladů a také nároků na zdravotnický personál tam, kde je to možné. (1)

1.3 PROČ UVAŽUJEME O TELEMEDICINE/TELEREHABILITACI

V některých zemích, jako je i Česká republika, dochází vlivem způsobu zdravotního pojištění, které je prováděno společným systémem, tedy paušálním přispíváním na zdravotní péči, k zneužívání a nadužívání zdravotní péče zejména starší a sociálně slabší generací. Tito lidé uplatňují tzv. lékařskou turistiku, kdy během týdne navštěvují vícero specialistů i s banální problematikou a zvyšují tak finanční i časové nároky na zdravotní péči. V budoucnu by mohlo dojít ve větším rozsahu k využívání vzdálené konzultace, za využití různých technologií, k odfiltrování méně a více závažných stavů a tím ke snížení zátěže na zdravotní systém obecně.

Z dat Českého statistického úřadu z roku 2018 vyplývá, že například ve Středočeském kraji navštívily ženy zařízení ambulantní péče v počtu 12,28 návštěv na jednu ženu za rok, u mužů to bylo 8,75. Vyšší množství kontaktů souviselo především s vyšším věkem dožití žen a tím pádem i vyšším podílem žen ve vyšším věku, dalším faktorem může ale také být větší zájem a péče o vlastní zdraví v případě žen než mužů. Množství kontaktů se v průběhu sledovaného osmiletého období zvyšovalo jak v případě mužů, tak u žen.

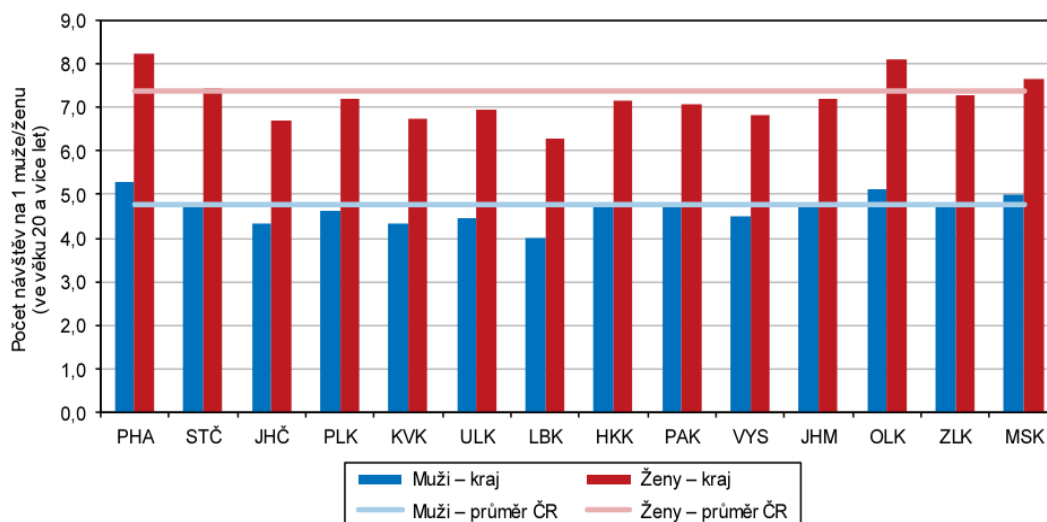
Nejvyšší počet návštěv byl zaznamenán v zařízeních ambulantních specialistů, v roce 2018, kdy se jednalo o hodnoty 7,46 na jednu ženu a 4,79 na jednoho muže. (2)

Table 1-Počet návštěv lékařů dle specializace za rok

Návštěva lékaře/ rok	2012 m/ž	2014 m/ž	2016 m/ž	2018 m/ž
Praktický lékař	1,32/1,65	1,28/1,59	1,84/2,24	1,95/2,33
Ambulantní specialisté	4,5/7,31	4,63/7,43	4,78/7,44	4,79/7,46
Rehabilitace/Fyzioterapie	0,58/0,84	0,59/0,85	0,61/0,88	0,6/0,89
Jiné	3,61/4,04	5,98/9,04	6,16/9,08	6,16/9,09
Celkem	7,95/11,58	8,04/11,62	8,67/12,20	8,75/12,28

Zdroj obrázku(2)

Graf 1- Počet návštěv lékaře ročně, muži/ženy



Zdroj obrázku(2)

Online titul Medical tribune uvádí článek, který se věnuje této problematice s názvem: Fórum: Proč máme v Česku tolik kontaktů pacienta s lékařem a co s tím.

V tomto článku se tato otázka položila několika odborníkům. Hlavní problematika je ta, že české zdravotnictví patří k těm, kde mají pacienti v mezinárodním srovnání vysoký počet konzultací pacientů s lékaři. V rámci Evropské unie je podle OECD tento počet v ČR čtvrtý nejvyšší. Naprostým rekordmanem jsou Slováci, kteří v průměru na jednoho obyvatele

vykazují 11 konzultací s lékařem ročně. Po Německu, Maďarsku a Nizozemsku následuje Česká republika se 7,8 konzultace za rok. Na druhou stranu v devíti zemích EU evidovali méně než pět konzultací s lékařem za rok na obyvatele.

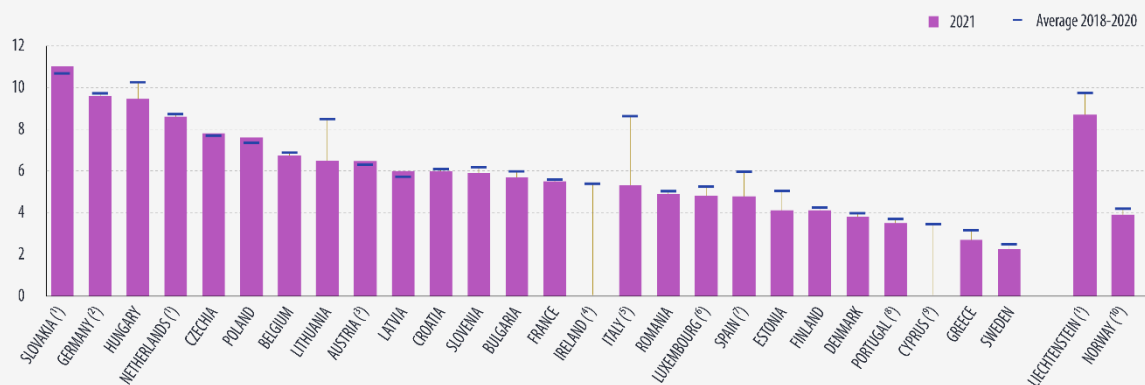
MUDr. Tomáš Doležal, Ph.D. (*Institute for Health Economics and Technology Assessment*) k tomuto tématu uvádí:

“Domnívám se, že hlavním faktorem vysokého počtu často zbytných kontaktů je chybné efektivních regulací pohybu pacienta zdravotním systémem. Nebojím se použít termín gatekeeping. Tzv. svobodná volba lékaře hypertrofovala do současného stavu, kdy více kontaktů paradoxně znamená horší kvalitu péče, protože se ztrácí primární odpovědnost dispenzarizujícího lékaře. Musíme se vrátit ke kořenům a přiznat si, že primární odpovědnost za pojištěnce má registrující praktický lékař, který by měl být i koordinátorem specializované péče, a nebál bych se návštěvu specialisty podmínit doporučením praktika. Rovněž by zdravotní pojišťovny měly limitovat možnost obcházení několika specialistů a multiplicitních vyšetření. Věřme, že k tomu najdou odvahu.” (3)

Četnost lékařských konzultací se v letech 2018-2021 mezi členy EU značně liší. Průměrný počet konzultací u lékaře na obyvatele se ve většině členských zemí EU pohybuje mezi 3,5 a 7,8 (s výjimkou Malty, pro kterou nejsou údaje k dispozici).

Z členů EU vykazovalo nejvyšší průměry lékařských konzultací Slovensko, které zaznamenalo 11,0 konzultací na obyvatele, následované Německem (9,6), Maďarskem (9,5), Nizozemskem (8,6) a Českem (7,8).

Consultation of a medical doctor, average 2018–2020 and 2021
(average number of consultations per inhabitant)



Note: Malta, not available.
 (1) Also including telephone consultations. (2) Only including cases of physician treatments according to reimbursement regulations. (3) Also including telephone consultations from 2020. Only including visits to doctors with contracts with the health insurance providers. (4) 2018–2019 instead of 2018–2020. Estimate. Also including telephone consultations. Persons aged 15 or over only. 2021: not available. (5) Estimates.
 (6) 2021: provisional. (7) 2019–2020 instead of 2018–2020. (8) Excluding medical consultations in a patient's home and consultations at a physician's office. (9) 2018: only including hospitals and health centres of the public sector. 2019: limited to outpatient consultations of hospitals and health centres of the public sector during part of the year. 2020: returned to coverage of 2018 but extended to include also consultations of physicians practising in the private sector under the General Health Scheme. 2021: not available. (10) 2021: definition differs.

eurostat

Obrázek 1- Návštěvy lékaře v EU-průměry za roky 2018-2021

Zdroj obrázku (4)

Naopak nejnižší průměry konzultací u lékaře byly zaznamenány ve Švédsku (2,3 konzultace na obyvatele), Řecku (2,7), Portugalsku (3,5), Dánsku (3,8), Finsku a Estonsku (obě země 4,1) (4)

Telemedicína v ČR: V současnosti je v České republice řada subjektů, jenž se telemedicínou zabývají. Největší a nestarší z nich je Národní telemedicínské centrum u Fakultní nemocnice Olomouc. Funguje jako hlavní centrum pro vzdělávání v nově vzniklém oboru medicíny-eHealth (telemedicíny). V rámci eHealth je zde celá řada aktivit, jak přímo v klinických oborech, tak v rámci výzkumu a rozvoji zkoumání nových technologií postupů a směřování a zavádění těchto postupů do praxe. I zde funguje Národní telemedicínské centrum, jako hlavní koordinátor a realizátor výzkumu v této oblasti. (5)

1.4 TELEREHABILITACE

V rámci telemedicíny se rozvinuly další obory, příslušné dle odbornosti a oblasti působení. Jedním z podoborů je i Telerehabilitace. Telerehabilitace se soustředí na poskytování rehabilitačních služeb vzdáleně. Tyto služby můžou zahrnovat jak diagnostiku, nebo zhodnocení pacienta, taky terapii v oblasti fyzioterapie, psychologie, velice oblíbené a rozšířené logopedie, kondiční přípravy, nebo ergoterapie. S úspěchem se využívala v USA u spinálních pacientů-veteránů Vietnamské války. K dispozici bylo mnoho programů, které poskytovaly průvodce pro domácí cvičení, monitorovaly, nebo poskytovaly možnost konzultace s odborníky. Nejrychlejší rozvoj zaznamenala Telerehabilitace (jestli pomineme zjevný rozmach v období pandemie COVID-19 v roce 2020) zejména na konci 90. let 20.století, kdy zasáhla více institucí, jako například Institut sestry Kenny v Minnesotě a Národní rehabilitační institut ve Washingtonu. A již první výzkumy ukázaly, že telerehabilitace je důležitým nástrojem pro udržení kontinuity rehabilitačního procesu v následné péči o pacienty. (6)

V oblasti telerehabilitace se prováděly další a další výzkumy, jak v oblasti psychologie a kognitivní terapie, tak v oblasti fyzioterapie. V roce 2006 publikovali M.J.McCue a S.E. Palsbo článek v Journal of Telemedicine and Telecare, kde zkoumali ekonomickou stránku věci a přínos telerehabilitace pro finanční rozpočty nemocnic. Zde prezentovali výsledky telerehabilitace u pacientů trpících zejména omezením pohyblivosti a bolestí- třeba u pacientů po TEP kyčelního kloubu, nebo pacientů trpících artrózou. Zde se ukázala telerehabilitace jako velice přínosná v ovlivnění bolesti a zlepšení mobility pacientů bez, toho, aby museli navštívit nemocnici a absolvovat kontaktní fyzioterapii, nebo rehabilitaci (7)

Nejnovější poznatky ukazují, že nejvíce zkoumaných oblastí, kde je aplikovaná telerehabilitace je zejména z oblasti kardiologie a následné péče, dále následuje muskuloskeletální medicína a rehabilitační protokoly po ortopedických operacích, v závěsu s neurochirurgickými výkony a oblast psychologie a psychiatrické, nebo psychologické intervence. (8)

V roce 2019 si kalifornští neurologové Dodakian a kolektiv autorů, v randomizované, zaslepené klinické studii na 124 pacientech po cévní mozkové příhodě ověřili a potvrdili, že telerehabilitace-tedy přes vzdálenou instruktáž vedená rehabilitace v domácím prostředí, za období 6 týdnů, založená na procvičování horní končetiny, má porovnatelnou efektivitu, jako ambulantní rehabilitační péče. Jako objektivní nástroj zhodnocení stavu motoriky horní končetiny zde byla použita Fugl.Meyerova škála pro hodnocení motoriky. V porovnání s ambulantní skupinou pacientů, se ale u pacientů s domácí rehabilitací, výrazně zvýšila znalost ohledně cévní mozkové příhody a následné rehabilitace, protože je snížený přímý kontakt s lékařem, nebo terapeutem donutil více se věnovat studiu nemoci a možnostem terapie. (9)

Další z mnoha pozitivních výsledků, přinesla randomizovaná, kontrolovaná jednostranně zaslepená studie, kterou prováděli španělští autoři u pacientů po totální artroplastice kolen. Účastnilo se jí 142 pacientů, kteří byli randomizováni do dvou ramen, kde jedna skupina prováděla rehabilitaci vzdáleně pomocí virtuálního telerehabilitačního asistenta a druhá docházela na ambulantní fyzioterapii, během 3-měsíčního sledování. Ukázalo se, že posuzované parametry, jako rozsah aktivního pohybu, svalová síla, rychlost chůze a stupeň bolesti se u těchto dvou skupin ve výsledku signifikantně nelišila. Potvrdilo se tedy, že i vzdálená rehabilitace může mít stejný efekt, jako tradiční kontaktní fyzioterapie. Ukázalo se že je přínosem hlavně pro pacienty, kteří mají potíže s docházením do rehabilitačního centra, z jakéhokoliv důvodu (10)

Další klinická studie australských autorů ukázala, že i u pacientů po totální náhradě kyčelního kloubu, je rehabilitace za pomoci aplikaci v tabletu, srovnatelně účinná, jako běžná rehabilitace. To bylo provedeno a ověřeno u 70 pacientů, kteří absolvovali rehabilitační protokol v délce 6 týdnů, kde se kromě svalové síly, nebo rozsahu pohybu, sledovala i celková spokojenost pacientů s rehabilitací a také hodnotila kvalita života. (11)

1.5 TECHNOLOGIE VYUŽÍVANÉ V TELEREHABILITACI.

V rámci telerehabilitace se v současné době využívají různé známé, nebo méně známe technologie.

1.5.1 Videokonferenční platformy

Nástroje využívané zejména pro komunikaci, konzultaci, skrz všechna odvětví i zdravotnictví, jako Webex, Teams, Zoom, Skype a jiné. Přes tyto platformy je možné zabezpečit tzv. “face to face” kontakt se zdravotnickým specialistou, což je výhodné ze strany logistiky, dopravy do zdravotnického zařízení a také z finančního pohledu. Neřeší to ale výrazně časové nároky na zdravotnický personal.

1.5.2 Kontaktní monitorovací zařízení

Jako jsou monitory vitálních funkcí, senzory pohybu a podobně. Do této kategorie by bylo možné zařadit také Holter monitoring srdeční aktivity a podobné.

1.5.3 Vzdálená monitorovací zařízení

Zařízení snímající pohyb přes kameru, nebo systém kamer, robotické systémy pro vzdálenou rehabilitaci.

1.5.4 Virtuální a augmentovaná realita

Patří v rámci telerehabilitace mezi nové, inovativní technologie. Uživatelům poskytují intenzivní a interaktivní možnosti rehabilitace ve virtuálním světě. Je možné je použít po operacích, nebo v rámci rehabilitace po zraněních a skrz různé medicínské obory. Výhoda zde může být ta, že si uživatel nastaví prostředí, v kterém se chce pohybovat a může tak trochu uniknout realitě. V rámci rehabilitace může mít virtuální realita různé použití: zajímavé je použití jako rozptýlení pozornosti pacienta, v rámci terapie bolesti, kdy použití této technologie odvádí pozornost pacienta od různých bolestivých stavů v rámci pooperační terapie. Také se používá pro aktivní cvičení, kde se ve virtuálním prostředí promítají cviky a uživatel může cvičit společně s vizuálním a audio doprovodem, za asistence virtuálního trenéra, hrát hry, nebo napodobovat různé ADL aktivity. Dále je možné použít virtuální realitu v rámci tréninku a obnovy koordinace pohybu a nácviku balančních schopností. Zde je možné vníknout do scénářů a prostředí, které vyzývají pacienty k plnění různých úkolů- pro dobré použití

hlavně v rámci neurologie, u pacientů po CMP, nebo poškozeních CNS. V ortopedii, pro obnovení rozsahu pohybu v kolenním kloubu se používá i virtuální realita v rámci trenážeru, kde pacient jede na kole prostředím, které si sám vybere a může se po mapě směřovat kam chce, podívat se, kde ještě nebyl. Toto odvedení pozornosti, od samotné aktivity na rotopedu, pak zlepšuje celkový rozsah pohybu, prodlužuje danou aktivitu a snižuje vnímání bolesti. Vliv cvičení za použití virtuální reality a jeho vliv na snižování muskuloskeletální bolesti prozkoumali autoři studie, nebo review: Virtual Reality-Based Exercise Therapy for Patients with Chronic Musculoskeletal Pain: A Scoping Review. (37)

Cílem tohoto přehledu bylo identifikovat intervence využívající cvičební terapii založenou na virtuální realitě u pacientů s chronickou muskuloskeletální bolestí. Vyhledávání bylo provedeno ve čtyřech databázích s použitím deskriptorů týkajících se virtuální reality, cvičení a chronické muskuloskeletální bolesti. Dva recenzenti prověřili názvy a abstrakty studií, aby posoudili jejich způsobilost, a třetí autor řešil případné nesrovnalosti. Data byla extrahována a shrnuta v narativním formátu třemi nezávislými hodnotiteli. Klinické studie byly hodnoceny pomocí škály PEDro k posouzení účinnosti cvičební terapie založené na virtuální realitě u pacientů s chronickou muskuloskeletální bolestí. Z databází bylo identifikováno celkem 162 článků. Po uplatnění kritérií pro zařazení bylo pro analýzu vybráno devět článků, z toho šest randomizovaných klinických studií. Vybrané články byly rozděleny do kategorií na základě charakteristik studie, intervencí cvičební terapie založené na virtuální realitě (včetně použitých technologií a vybavení), cvičebních intervencí, výsledných opatření a účinnosti. Zjištění ukazují, že cvičební terapie založená na virtuální realitě vykazuje slibné výsledky při snižování bolesti, zlepšování postižení, zvyšování rozsahu pohybu a zvyšování spokojenosti s léčbou u pacientů s chronickou bolestí pohybového aparátu. Vzhledem k omezenému počtu dostupných studií, nejednotnosti aplikačních protokolů a rozdílné metodologické kvalitě však není možné učinit závěr, že cvičební terapie založená na virtuální realitě je lepší než jiné léčebné postupy. K vyvození jednoznačnějších závěrů je zapotřebí dalšího výzkumu. (37)

1.5.5 Specializované biometrické sensory

V rámci telerehabilitace se víc a víc používají různá zařízení, která jsou schopna kromě již běžného měření vitálních funkcí, sledovat i svalovou aktivitu a rozsah pohybů v kloubech. K tomu by bylo dobré zařadit i technologie tzv. “Biofeedback” zařízení, které můžou v reálném čase poskytovat uživateli zpětnou vazbu během cvičení- na zvolené fyziologické parametry. Biofeedback zařízení jsou specializovaná zařízení, která jsou schopna uživateli poskytnout informaci ohledně jeho fyziologických procesů, jako například srdeční frekvence, frekvence dýchání, změny tlaku během cvičení, ale jsou ještě dál a sbírají a vyhodnocují i informace ohledně svalové aktivity, povrchové teploty kůže. Fungují za pomoci senzorů, které sbírají specifické parametry dle nastavení.

Tyto senzory můžou být jak přímo na těle, nebo integrované do zařízení, které má uživatel při sobě. Tyto senzory kontinuálně přijímají měnící se data během tréninkového, nebo rehabilitačního procesu. Data se vyhodnotí a vrací se zpět k uživateli, většinou ve formě, která je lehce pochopitelná a jednoduchá, jako například, křivka, grafické znázornění, například ve formě kruhového diagramu, zvukového, nebo haptického signálu (vibrace, nebo jiný signal pro taktilní vjem)

1.5.5.1 Typy zařízení pro Biofeedback:

Elektromyografický biofeedback: zařízení měřící napětí svalů- pomáhá jedincům trénovat a kontrolovat konkrétní svaly a učit se cílené relaxaci svalů. Tento typ zpětné vazby je často používán v rámci fyzioterapie, nebo terapie zvládnání stresu.(12)

Elektrodermální aktivita (EDA): specifické monitory sledující změny v elektrickém vedení povrchových a podpovrchově uložených vrstev kůže, mající své místo jako pomůcka v relaxačních terapiích, nebo terapiích pro zvládnání stresu.(13)

Další, používané v terapii stresu a nácviku relaxace, jsou monitory dechu, kde se pacient učí regulovat svůj dech a dechovou frekvenci a pomocí kontroly dechu duchází k celkové relaxaci organismu.

Termální biofeedback: se například používá pro kontrolu migrény, nebo Raynaudovy choroby.

Pro fyzioterapii je zajímavý tzv. Biofeedback pro pánevní dno, který pomáhá v rehabilitaci onemocnění, nebo funkčních poruch v souvisu s pánevním dnem a používá se jako nástroj, který pomůže pacientům naučit se vnímat a pracovat se svaly pánevního dna. (12)

2 KINEMATICKÁ ANALÝZA

Kinematická analýza je zjednodušeně řečeno analýza pohybu. Využívá fyzikální principy. Analýza pohybu lidského těla je studiem sil, které na tělo působí, a kterými tělo působí na svoje okolí. Pro popis pohybu se využívá principů mechaniky tuhých těles, nebo biomechaniky. Mechaniku tuhých těles dale můžeme dělit na statiku- síly statické, působící na těleso v klidu, nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu a dynamiku, tedy působení sil při zrychleném pohybu, nebo zpomalení. Dynamiku lze dále dělit na kinematiku- popis pohybu, nebo kinetiku- popis sil, jenž jsou příčinou tohoto pohybu. Ve fyzioterapii můžeme kinematickou analýzu využít pro pochopení příčin opotřebenosti jednotlivých částí těla, pro zlepšení pohybového stereotypu, dále ve sportu, pro zlepšení sportovního výkonu, nebo pro optimalizaci energetických nároků na pohyb. (23)

1. Taniai a Nishii (2006) zkoumali variabilitu finální polohy pohybu rukou a vztahu tohoto pohybu s energetickým výdejem na pohyb vynaloženým. Ukázalo se, že jestli se trajektorie pohybu optimalizuje tak, aby byl co nejmenší energetický výdej na pohyb, dojde ke zvýšení variability pohybu. To platí ale jenom do určité výše variability. Jestliže variabilitu pohybu dál zvyšujeme, spustí se korekční mechanismy, které pomocí zvýšení energetického výdeje, tuto variabilitu o něco sníží. Z toho vyplývá, že pro každý pohyb bude existovat střední hodnota variability pohybu, v optimalizované míře energetického výdeje. (24)
2. Skupina novozélandských autorů, zkoumala možnosti kinematické analýzy u dětských pacientů trpících dětskou mozkovou obrnou a hemiplegií, po aplikaci botulotoxinu a 6 týdenní fyzioterapii. Pacienti podstupovali kinematickou analýzu dvou testů horních končetin- Melbournského testu jednostranné funkce horní končetiny a test pro skórování dle Ashwortovy škály. Výsledkem byl fakt, že použitý kinematický analyzátor dokázal zachytit a vyhodnotit změnu v pohybu i během následného 12 týdenního sledování a ověřilo se, že je možné kinematickou analýzu využívat i v klinických studiích pro objektivní testování. (25)

Kinematická analýza by měla obsahovat tyto základní fáze: Kalibrace zařízení, stanovení poloh, počtu a orientace kamer, sběr a digitalizace dat, definice poloh bodů v prostoru, tvorbu biomechanického modelu a interpretaci dat.

Platí několik pravidel, které je nutné během všech fází kinematické analýzy dodržovat:

- i. všechny kamery musí být počas celého natáčení a sběru dat od všech probandů na stejném místě, ve stejné výšce a úhlu.
- ii. všechny kamery musí být synchronizovány a musejí snímat pohyb tělesa současně.
- iii. zkoumaný předmět musí být po celou dobu snímání v záběru a viditelný celý, minimálně ze dvou kamer současně.

2.1 VYUŽITÍ KINEMATICKÉ ANALÝZY:

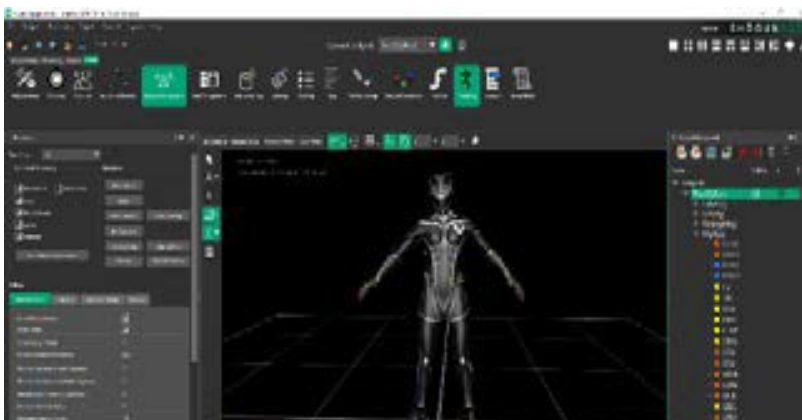
Využití kinematické analýzy je dnes čím dále, tím častější. Kinematickou analýzu můžeme využívat v různých oblastech, v průmyslu, při testování deformačního efektu v rámci nárazu automobilu, pro testování a výrobu protéz ve zdravotnictví, ve výrobě obuvi, zejména pro vysokovýkonnostní sport a jestli bychom zůstali v oblasti zdravotnictví a sportu, tak i v oblasti fyzioterapie pro analýzu chůze, pro analýzu jakéhokoliv pohybového programu, pro motorické učení, již zmiňovanou protetiku, v rámci tréninku, je možné analyzovat techniku provedení pohybu, rozdělit ji na sekvence a identifikovat chybné sekvence. Dále je možné tyto sekvence upravit a zpětným složením sekvencí do celkového pohybu pak dosáhnout zlepšení techniky, pro zlepšení pohybového stereotypu, čímž je pak možné dosáhnout lepších výsledků v individuálním sportu. Dále pro prevenci. Podobné použití kinematické analýzy je možné v rámci snahy o minimalizaci zranění, nebo rozvoje patologií u sportovců, nebo běžné populace víme li, jak má pohyb vypadat, pro snížení zátěže kloubů, nebo optimalizaci třecích ploch, nebo zatížení oporných, nebo měkkých tkání. Kinematická analýza může být použita i v procesu výroby jak zdravotnických pomůcek, nebo sportovního náčiní.(23)

2.1.1 Zařízení využívané pro kinematickou analýzu

V současné době je kromě běžně používaných základních pomůcek, jako například gonimetry, akcelerometry, tlakové plošiny, nebo analyzátoři chůze, na trhu více dostupných moderních zařízení a softwarů pro celkovou širokou kinematickou analýzu. Nejmodernější jsou kombinace zařízení pro zachycení obrazu, nebo pohybu a software, který data rovnou zpracovává. Nejznámější jsou Vicon, Qualisys, Optitrack, Xsens, Peak Motus, Dartfish, nebo Kistler a Noraxon.

2.1.1.1 Vicon

Vicon je již dobře zavedená společnost, která se specializuje v oblasti pohybových analýz a digitalizace pohybu, její zařízení se používají v biomechanice, animaci i virtuální realitě. Skládají se ze zařízení snímajících pohyb. To jsou většinou vysokorychlostní kamery, které zachycují pohyb pomocí tzv. “markerů” umístěných na subjekty, jsou tedy tzv. “Marker-based” Vicon poskytuje také softwarová řešení, pro sběr dat, procesování dat a analýzu. Tyto softwary umožňují rekonstruovat 3D modely pohybu z dat ze snímačů, tedy kamer v reálném čase. Využití Viconu je široké, v biomechanice pro analýzu chůze, klinický výzkum, zhodnocení sportovního výkonu, dale v zábavném průmyslu, pro vytváření realistických animací různých postavíček v animovaných, nebo i hraných filmech a videohrách. Používá se také v testování robotických systémů. Systém Vicon je na trhu již více než 30 let. (26)



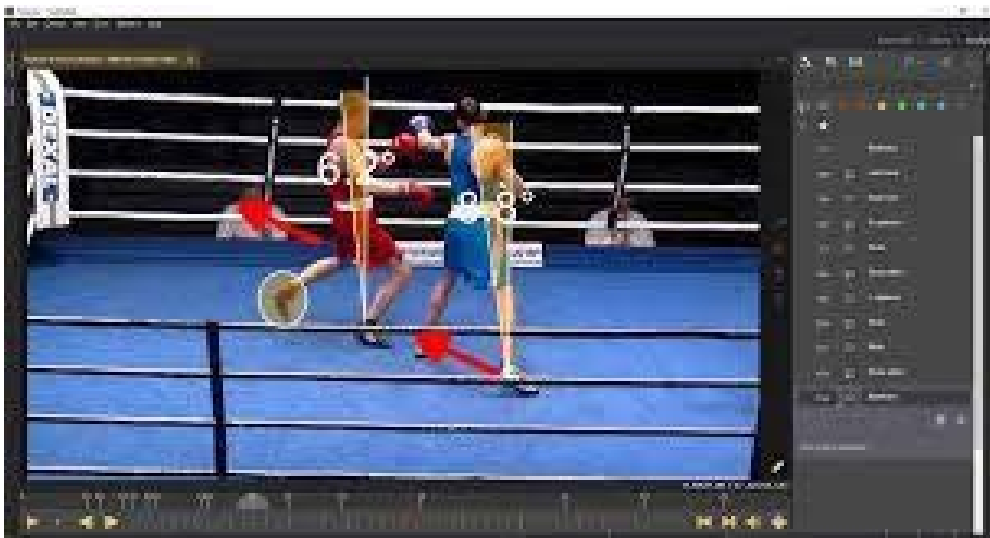
Obrázek 2- Software Vicon Shogun, pro zpracování snímaného pohybu



Obrázek 3- Snímání pohybu v systému Vicon (23)

2.1.1.2 Dartfish

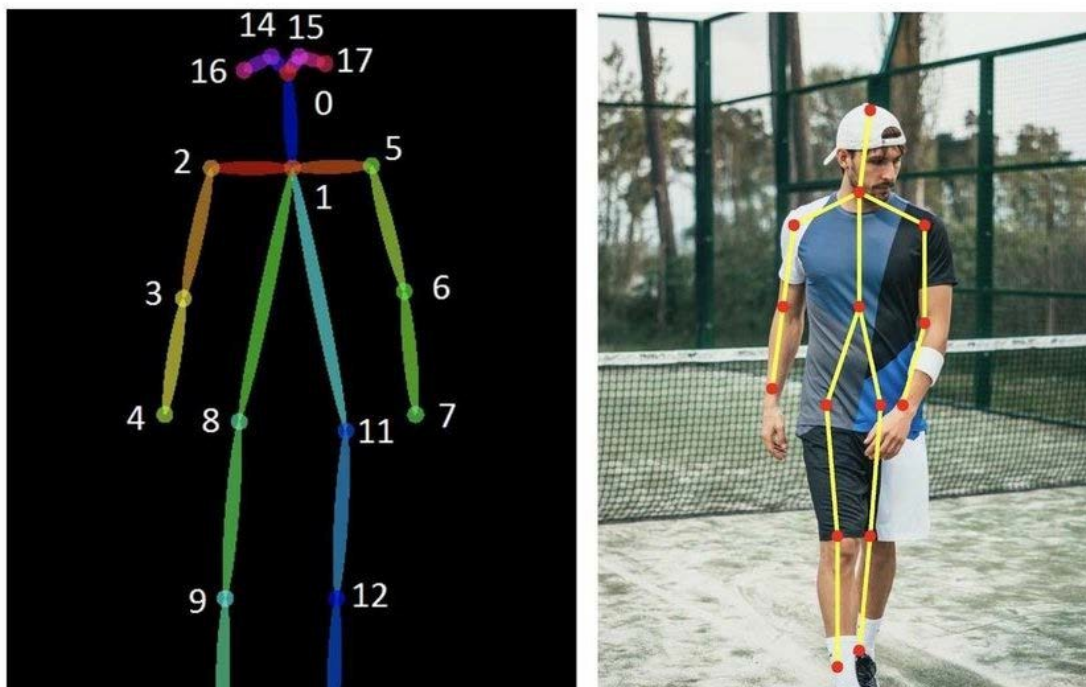
Dartfish se od jiných trochu liší- pomocí Dartfish analyzátoru je možné sledovat a analyzovat videozáznam, kde je možné označovat různé body, malovat a zvýrazňovat klíčové aspekty pohybu. Tato videa je možné přehrávat znovu a zpomaleně, obraz za obrazem a zkoumat pohyb v sekvencích a detailech. Tyto faktory jsou významné zejména ve sportu v tréninkovém procesu a umožní identifikovat místa, nebo momenty pohybu, kde je možnost zlepšení, nebo korekce pohybu. Tento software je také možné používat v mobilní aplikaci. (27)



Obrázek 4- Software Dartfish

2.1.2 OpenPose

OpenPose je další z analyzátorů pohybu, software, který je dizajnovaný prvotně na detekci pohybu a polohy pro více osob najednou. Je zde možné nadefinovat klíčové body a jejich vzájemnou polohu a vztah, pro dosažení, nebo sledování požadované pozice těla- tyto body zahrnují hlavu- nos, oči, uši a celé tělo, včetně trupu a končetin. OpenPose je primárně používán pro 2D pohybovou analýzu, ale také pro 3D analýzu, v animaci, přípravě videoher, ale také v rámci rehabilitace, kdy umožňuje monitorovat pohyby pacienta počas fyzioterapeutické intervence, nebo i v rámci domácího cvičení- Na tělo sledovaného objektu se promítá pohybový model, v základní variantě o 17 bodech, které rozpoznají a sledují virtuální těžiště, klouby těla, nebo pozici bodů na tváři. Tento model dokáže na základě vyhodnocené polohy bodů vzájemně, poskytnout určitou estimaci pohybu následujícího a tím pádem sledovat posturu člověka v téměř reálném čase. Byl zaregistrován výrobcí pro neplacené použití, pokud nebude používán pro komerční účely a je tím pádem dostupný široké veřejnosti, bez potřeby licence. (28)



Obrázek 5- Promítnutí sledovaných bodů do pohybu v softwaru OpenPose(25)

2.2 TELEMEDICÍNSKÉ PLATFORMY

Telemedicínske platformy jsou programy, dostupné online, nebo přímo jako mobilní aplikaci, vytvořené pro pacienty a odborníky ve zdravotnictví, obsahující různé informace, odkazy, výzkumy a jiné. Telemedicínske platformy se víc soustředí na různé oblasti medicíny, jako například kardiologie, gynekologie, interní medicína, spíš z pohledu poradenství.

2.3 MOBILNÍ APLIKACE

Aplikace dostupné buď zdarma, nebo za poplatek, můžou být navázané na konkrétní rehabilitační zařízení, nebo zcela volně dostupné pro veřejnost, sloužící ke cvičení dle zadání, nebo k manažmentu terapie.

MyFitnessPal: tato aplikace pomáhá uživatelům sledovat jejich dietu, cvičení a celkovou fyzickou aktivitu. Je zde možné plánovat konkrétní cíle a sledovat jejich plnění a tak se přímo aktivně účastnit na zlepšení celkového stavu a zdraví. Je zde možnost najít různé druhy cvičení s popisy. (14)

PhysiApp a PhysiTrack, jsou aplikace pro přípravu personalizovaných programů, nebo souborů cvičení, které zde předpisují a připravují přímo fyzioterapeuti, nebo rehabilitační lékaři přímo pro konkrétního pacienta, například k rehabilitaci po zranění, nebo operaci. Pacient může prostřednictvím této aplikaci přímo sledovat svůj pokrok, nebo plnění zadání denního, nebo dlouhodobějšího plánu. (15)

RehabCoach je podobná aplikace, zameraná konkrétně na rehabilitaci pacientů po CMP. Časem se ale rozšířila i pro další indikace, aby tak získala větší záběr uživatelů.(16)

PTPal je aplikace fyzioterapeutická, poskytuje různé cvičení a další zdroje pro rehabilitaci pacientů po zraněních, nebo operacích. (17)

Aplikace pro podporu mentálního zdraví: v rámci psychologické rehabilitace je na trhu množství aplikací, které lze možné stáhnout do telefonu, například: Calm, MoodTools, Woebot, Headspace.

2.4 ONLINE REHABILITAČNÍ PORTÁLY

Webové stránky, které poskytují široký záběr zdrojů pro rehabilitaci, jsou většinou lehce přístupné široké populaci a poskytují soubory cvičení pro různé diagnózy, zejména z oblasti muskuloskeletální medicíny. Některé obsahují i edukační materiály, nebo komunikační kanály na odborníky ve zdravotnictví, lékaře, fyzioterapeuty, trenéry, dietní specialisty a jiné. Zde je nevýhoda toho, že neprobíhá žádná zpětná kontrola toho, jak jsou tyto informace využívány, jestli si uživatelé vyberou vhodný cvik, a není zde nástroj, jak zajistit kvalitní provedení daného cviku tak, aby nedošlo ke vzniku nové patologie, nebo prohloubení již stávající. Tyto Online rehabilitační portály mají široké použití, jako podpora v rámci chronických onemocnění, například sklerózy multiplex, Parkinsonovy nemoci, artrózy, chronických bolestivých stavů, pooperačních stavů, v rámci péče v Geriatrii, nebo sportovní rehabilitaci. Nalezeny byly například tyto:

Physiopedia- www.physiopedia.com- platforma sdružující profesionály z oblasti fyzioterapie a zájemce o tyto informace. K nalezení jsou zde rehabilitační cvičení pro různé diagnózy, články, nebo videa. (18)

MoveForwardPT- www.moveforwardpt.com- kterou provozuje Americká asociace fyzioterapie (APTA)- v angličtině American Physical Therapy Association a poskytuje různé zdroje a videa cviků pro domácí fyzioterapii. (19)

Mayo Clinic Rehabilitation Exercises www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/fitness/expert-answers/exercise/faq-20057916- další ze stránek, kde je k nalezení velké množství cviků s dělením dle diagnózy, nebo dle části těla.(20)

WebPT's Home Exercise Program (HEP)- www.webpt.com- je postavená spíš jako platforma, přes kterou může fyzioterapeut sdílet vytvořený rehabilitační program s konkrétním pacientem. (21)

Youtube- je zdrojem nepřehledného množství informací, mimo jiné také různých kanálů pro cvičení i fyzioterapeutické postupy. Přes youtube nahrává své instruktážní videa mnoho profesionálů, ale také mnoho zanícených amatérů a je spíš vhodný pro ty uživatele, kteří vědí, co hledají a jsou objektivně schopni posoudit validitu a relevanci daného videa a uvědomují si možná rizika. (22)

Existují také telerehabilitační platformy, které přihlášeným uživatelům umožňují získat zpětnou vazbu na jejich cvičení a nahrát videa s jejich cvičením, které je pak posouzeno vzdáleně připojeným odborníkem v dané oblasti. . Zde je několik příkladů:

Physitrack: Physitrack nabízí kromě výše zmiňovaných, také funkci nazvanou "PhysiApp", která uživatelům umožňuje přístup k jejich cvičebním programům, sledování instruktážních videí ke každému cvičení a sledování jejich pokroku. Uživatelé mohou také natáčet videa, na kterých provádějí cviky, a nahrávat je do aplikace aby si je mohli prohlédnout jejich poskytovatelé zdravotní péče. Poskytovatelé zdravotní péče pak mohou poskytovat zpětnou vazbu a pokyny přímo v rámci platformy. Není možné dohledat, na základě čeho a kdo tato cvičení posuzuje. (15)

Rehab Essentials: Rehab Essentials poskytuje telerehabilitační platformu, která uživatelům umožňuje virtuální konzultace s poskytovateli zdravotní péče, přístup k personalizovaným cvičebním programům a sledování pokroku na dálku. Uživatelé mohou také nahrávat videa, na kterých provádějí cvičení, a sdílet je se s odborníky, kteří jim poskytnou zpětnou vazbu a upraví jejich cvičební program. Také zde chybí popis podmínek zpětné vazby. (30)

RedDot Fitness: RedDot Fitness nabízí telerehabilitační platformu zaměřenou na virtuální cvičební terapii pohybového aparátu. Uživatelé mají přístup ke cvičebním sezením založeným na videu, která vedou certifikovaní fyzioterapeuté, a mohou si nahrávat videa, na nichž provádějí cvičení. Poskytovatelé zdravotní péče mohou tato videa prohlížet, poskytovat zpětnou vazbu k technice cvičení a podle potřeby doporučovat úpravy, ale nevíme na základě čeho posuzují. (31)

Trainer Rx je “top Healthcare startup” roku 2018 Od roku 2024 pod změněným názvem RecoveryOne, poskytuje telerehabilitační platformu pro fyzioterapii, sportovní medicínu a ortopedickou rehabilitaci. Uživatelé mohou přistupovat k videonávodům na cvičení, nahrávat videa, na nichž provádějí cviky, a nahrávat je ke kontrole svým fyzioterapeutům. Fyzioterapeuti pak mohou poskytovat zpětnou vazbu, sledovat pokroky a odpovídajícím způsobem upravovat cvičební programy.(32)

Mira Rehab: Mira Rehab nabízí telerehabilitační řešení pro rehabilitaci po CMP, ortopedickou rehabilitaci a neurologickou rehabilitaci. Uživatelé mají přístup k interaktivním rehabilitačním cvičením a hrám určeným ke zlepšení pohyblivosti a koordinace, mohou nahrávat videa, na nichž provádějí cvičení, a sdílet je se svými poskytovateli zdravotní péče, kteří je mohou zpětně hodnotit a sledovat.(33)

Tyto platformy využívají videotechnologie, které uživatelům umožňují získávat personalizovanou zpětnou vazbu ke svým cvičením a sledovat své pokroky na dálku, což zvyšuje účinnost a pohodlí telerehabilitačních služeb.

Je nutné si uvědomit, že i když tyto portály poskytují mnoho vzácných a těžko dohledatelných informací z oblasti rehabilitace, fyzioterapie, návodů a cvičení, je dobré, nebo spíše nutné, konzultovat tento obsah s profesionálem v oblasti zdravotnictví a poradit se o vhodnosti použití předtím, než dle instruktážního videa začne uživatel cvičit. Je zde nutné vzít vždy do úvahy zdravotní stav konkrétního jedince, možné dlouhodobé, nebo aktuální kontraindikace některých pohybů a vhodnost a bezpečnost cvičení. Vzhledem k výše zmíněným možnostem, je ideální kombinace spojit webový portál, nebo mobilní aplikaci, která poskytuje odborný návod na cvičení pro různé diagnózy, sestavený odborníky, s konzultací před samotným cvičením a zpětnou vazbou, nebo také se softwarem, který je schopný v reálném čase během cvičení rozpoznat kvalitní a správné provedení daného cvičení. Některé telerehabilitační platformy umožňují uživatelům nahrávat video jejich cvičení, pro získání zpětné vazby. Toto video je pak shlednuto odborníky z oboru, kteří pak zpětnou vazbu. Na těchto portálech není možné dohledat, na základě jakých parametrů se tyto videa hodnotí a nebyla nalezena žádná studie, která by hodnotila jestli je možné na základě videa vyhodnotit správnost provedení daného cvičení.

Výzkum objektivitu hodnocení prováděného zdravotnickými pracovníky při hodnocení videozáznamů cvičení na rehabilitačních platformách se stále vyvíjí. I když neexistuje velké množství literatury zaměřené konkrétně na toto téma, některé studie a výzkumné snahy se zabývaly souvisejícími aspekty hodnocení na základě videa a telerehabilitace. Zatím se objevuje několik studií, které zkoumají vzdálené hodnocení jednoduchých pohybů, rozsahu pohybů s fokusem na jeden kloub, stabilitu a další jednoduché parametry, ale nehodnotí objektivitu hodnocení správnosti provedení cviku jako celku, na základě videa a ve větším rozsahu hodnocení, nebo počtu hodnotících. Pro přehled uvádíme několik studií, které se této problematiky dotýkají.

a. Current Low-Cost Video-Based Motion Analysis Options for Clinical Rehabilitation: A Systematic Review

Elektronické rešerše byly prováděny do ledna 2018 v následujících databázích: V databázích MEDLINE prostřednictvím PubMed, CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature), Cochrane, Scopus a Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Byly zahrnuty studie zaměřené na hodnocení platnosti a/nebo spolehlivosti technologií analýzy pohybu založených na videu, které byly provedeny v posledních 20 letech. V úvahu byly brány anglicky psané články zabývající se rehabilitací člověka. Výběrová kritéria splnilo 20 článků a bylo představeno 10 levných platforem pro analýzu pohybu, z nichž každá zkoumala různé funkční proměnné pohybu. Celková kvalita článků byla "nízká" nebo "velmi nízká" na základě bodového hodnocení podle Konsensuálních standardů pro výběr nástrojů pro měření zdraví. Korelace mezi levnými a trojrozměrnými zlatými standardními systémy se pohybovaly v širokém rozmezí od "slabé" shody ($r = 0,025$) po "silnou" shodu ($r = 0,992$). Prostorově-časové parametry chůze konzistentně překonávaly údaje o planárních kloubních úhlech. Spolehlivost byla měřena lépe než souběžná platnost. Byla vypracována souhrnná tabulka, která má lékařům pomoci při výběru, které pohyby by mohly být potenciálně přesně měřeny každou nízkonákladovou platformou na základě aktuálních zjištění.

Závěry

Kvalita výzkumu, který se snaží ověřit novější levné systémy analýzy pohybu, je omezená. Při používání těchto nástrojů by se mělo brát v úvahu měření pouze některých proměnných. Další výzkum je opodstatněný, protože tato zařízení mají stále potenciální klinickou využitelnost pro doplnění kvalitativního hodnocení pohybu objektivními měřeními výsledků.(34)

Další studie, zkoumá validitu a reliabilitu hodnocení pomocí videa, v porovnání s "face to face" hodnocením (35)

b. Concurrent Validity and Reliability of Video-Based Approach to Assess Physical Function in Adults with Knee Osteoarthritis

Cílem této studie bylo zjistit souběžnou platnost a spolehlivost výkonnostních testů doporučených Mezinárodní společností pro výzkum osteoartrózy (Osteoarthritis Research Society International), které jsou prováděny prostřednictvím videa, u dospělých s osteoartrózou kolenního kloubu.

Metody

Tricet dva účastníků (ve věku od 40 do 70 let; 15 mužů) podstoupilo ve stejný den hodnocení 4 výkonnostních testů prostřednictvím videozáznamu (v reálném čase i ze záznamu) a osobního setkání. Výslednými ukazateli byly výkonnostní testy a počet technických problémů, které se vyskytly. Výkonnostní testy zahrnovaly test rychlé chůze na 40 metrů (rychlost, m/s), 30sekundový test stoje na židli (počet opakování), test chůze do schodů (čas, sekundy) a časový test "Up & Go" (TUG; čas, sekundy). K analýze souběžné validity výkonnostních testů založených na videu a na osobním přístupu byly použity Bland-Altmanova mezní míra shody, standardní chyba měření (SEM), variační koeficient (CV), minimální zjistitelné změny (MDC) a zkreslení (průměrný rozdíl). Spolehlivost byla měřena pomocí korelačních koeficientů (ICC), CV a SEM.

Výsledky

Byla zjištěna vysoká míra souběžné validity pro TUG (bias = -0,22), 30sekundový test stoje na židli (bias = -0,22), test chůze do schodů (bias = -0,31) a test rychlé chůze na 40 metrů (bias = -0,06). Hodnoty SEM a CV byly v rámci přijatelné úrovně pro souběžnou platnost. U všech analyzovaných testů byla prokázána vysoká míra spolehlivosti. Míry ICC se pohybovaly v rozmezí od 0,95 do 1,00 pro intraraterální spolehlivost a od 0,95 do 0,99 pro interraterální spolehlivost.

Závěry

Video hodnocení testů fyzické výkonnosti je platným a spolehlivým nástrojem pro měření fyzických funkcí u dospělých s osteoartrózou kolenního kloubu prostřednictvím aplikace Microsoft Teams (Microsoft Corp, Redmond, WA, USA). Tato studie ale nehodnotí

správnost provedení daného testu, nebo cviku a neřeší srovnání objektivitu hodnocení na základě videa mezi hodnotícími. (35)

c. Remote Assessment of Wrist Range of Motion: Inter- and Intra-Observer Agreement of Provider Estimation and Direct Measurement With Photographs and Tracings

Tato studie zařadila 37 pacientů, sledoval se vizuální odhad maximálního rozsahu pohybu na základě fotografie, osobního pozorování a následného přímého měření maximálního rozsahu goniometrem- v extenzi, flexi, radiální a ulnární dukci zápěstí. Nezávisle na sobě hodnotili 3 různí hodnotitelé-Chirurg, fyzioterapeut, specializovaný na terapii ruky a ortopedický rezident. K vyhodnocení se použila Bland-Altmanova metoda.

Výsledky

Chirurg a terapeut ruky pozorovali shodu Intra rater v rozmezí 10° pro vizuální odhad všech 4 směrů pohybů ve více než 90 % případů, ale shoda mezi pozorovateli pro E/F byla nižší (76 % až 86 %). Shoda mezi pozorovateli u rezidenta byla v rámci 10° v 78 % případů pro E/F. Shoda mezi pozorovateli u fotografií a trasování byla u všech pozorovatelů nižší než u vizuálního odhadu. Shoda mezi pozorovateli u fotografií a trasování byla vyšší než shoda mezi pozorovateli. Chirurg a terapeut ruky se shodli v rozmezí 10° nejméně v 76 % případů, chirurg a rezident se shodli v rozmezí 10° nejméně v 62 % případů a terapeut ruky a rezident se shodli v rozmezí 10° nejméně v 54 % případů.

Virtuální-vizuální odhad maximálního rozsahu kloubu je v porovnání s goniometrií ovlivněno zkreslením a subjektivitou pozorovatele. Nejnižší přesnost hodnocení vykazuje hodnocení na základě pořízené fotografie, a není spolehlivé, tudíž to tato studie spochybňuje. K tomu tento klinický výzkum hodnotí pohyb prováděný jenom jedním kloubem a zahrnuje jenom 3 hodnotící odborníky, což je pro hodnocení objektivitu jejich hodnocení příliš malý počet. (36)

d. Video-Based Motion Analysis Use: A National Survey of Orthopedic Physical Therapists

Tato studie zkoumala analýzu pohybu na základě videa za účelem posouzení a zlepšení pohybu. Toto hodnocení-analýza pohybu, byla provedena fyzioterapeuty. Cílem této studie bylo prozkoumat současné využití VBMA (Video Based Motion Analysis) v praxi ortopedických fyzioterapeutů, ale nezabývala se přímo tím, jestli a nakolik je jejich hodnocení objektivní a shodují se v hodnocení i mezi sebou.

Členové Akademie ortopedické fyzioterapie vyplnili online dotazník. Otázky zjišťovaly frekvenci používání VBMA, důvody používání, usnadňující/bariérové faktory, používané zařízení/aplikace, způsoby praxe, další certifikáty/stupně a demografické informace.

Z konečného vzorku analýzy 477 respondentů používá VBMA 228 (47,8 %). Z 228 uživatelů VBMA 91,2 % uvedlo, že jej používá pro ≤ 25 % svých případů, a 57,9 % uvedlo, že k zachycení pohybu používá své osobní zařízení. Důvody používání VBMA zahrnovaly vizuální zpětnou vazbu pro vzdělávání pacientů (91,7 %), analýzu pohybu (91,2 %) a hodnocení pokroku (51,8 %). Mezi překážky používání patřil nedostatek zařízení/vybavení (48,8 %), nedostatek prostoru (48,6 %) a časové omezení (32,1 %). VBMA častěji používali pacienti s ≤ 20 lety klinické praxe (poměr šancí [OR] = 1,83, 95% CI = 1,21-2,76), s rezidenčním vzděláním (OR = 2,49, 95% CI = 1,14-5,43) a stáží (OR = 2,97, 95% CI = 1,32-6,66) a pacienti ze západní oblasti USA (OR = 1,66, 95% CI = 1,07-2,56).

Závěry

Více než 50 % dotazovaných ortopedických fyzioterapeutů nepoužívá VBMA v klinické praxi. Budoucí výzkum by se měl zaměřit na posouzení spolehlivosti a validity používání VBMA pomocí chytrých telefonů, tabletů a aplikací a na zkoumání, zda používání VBMA zlepšuje výsledky léčby. Měla by být řešena bezpečnost dat, důvěrnost pacientů a integrace do elektronické zdravotnické dokumentace. (38)

3 SHRnutí:

V moderní době je tendence přenášet naše činnosti do světa virtuálního, používat elektronická zařízení a různé mobilní aplikace jako pomocníky, ve stále vícero odvětvích a denních aktivitách. Společnost má tendence všechny procesy zrychlovat a zefektivnit a jedincům v ní nezůstává nic jiného, než se přizpůsobit. Měříme si kolik spíme, kolik kalorií spálíme, jestli jsme ve stresu, také kolik jsme ujeli na kole a v jaké nadmořské výšce. Svět techniky a virtuální reality sebou nese i mnoho rizik, na které se ale nesmí zapomínat. To všechno se dostalo do popředí a několik měsíců poskytovalo náhradu normálního života, hlavně v době celosvětové pandemie COVID-19. V těchto časech se s aplikacemi všeho druhu tzv. “roztrhl pytel” a vznikly například aplikace, které umožňovaly studentům pokračovat ve studiu, aplikace, které pomohly pacientům, spojit se se svým lékařem, další, které pomohly lidem, spojit se se svou rodinou v době, kdy se nemohli dostat domů, další, které nás doma pobavily a jiné, které nám poskytli jakousi iluzi běžného života. Přes aplikace jsme nakupovali, objednávali si jídlo, cvičili. V době postcovidové se to neztratilo, ale vše, co vzniklo, se dál integrovalo do našich životů, přesně proto, že je to rychlejší, jednodušší, velmi pohodlné a také ekonomicky výhodné. Nevím, jestli je to správně, ale určitě to sebou nese jistá rizika. Již před touto dobou a v ní ve vyšší míře vznikaly platformy spojené s medicínou, fyzioterapií, nebo kondiční přípravou, které umožňují uživatelům využívat vzdálený přístup k informacím týkajících se jejich zdraví v široké oblasti medicínských odborností a diagnóz. V rámci tzv. Telerehabilitace vznikají nové a nové platformy, přes které si pacient může najít rady, cvičení, nebo se přímo spojit se “svým” fyzioterapeutem, nebo trénerem. Některé z nich již umožňují i získání zpětné vazby na cvičení uživatele, který skrz tyto platformy může přímo své cvičení nahrát a konzultovat. Hodnocení cvičení vzdáleně je málo prozkoumaná oblast, zejména co se týče stanovení objektivní hodnotitelů, ve které pacienti vkládají svojí důvěru. Položili jsme si tedy otázku- na základě čeho je možné objektivně zhodnotit správnost provedení cvičení na z videa. Jaké jsou předpoklady pro to, aby bylo možné zhodnotit cvičení vzdáleně objektivně. To je důležité zejména v oblasti rehabilitace a fyzioterapie, kde je potřeba hlídat optimální provedení cvičení tak, aby se pacient u cvičení nezranil, a cviky prováděl správně a kvalitně. Tato diplomová práce by mohla v budoucnu položit základ k výběru cviků tak, aby se do rukou neoborníků dostaly

cviky, které jsou složité akorát tak, aby bylo možné provádět je správně i bez dozoru a bylo možné je objektivně zhodnotit v případě podání zpětné vazby pouze z videonahrávky. Tento výzkum je spoluprací inženýrů z Centra informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT a odborníků z oblasti Fyzioterapie: na jedné straně studenta navazujícího magisterského studia FTVS, tak odborníků, kteří pracují na ambulancích a v nemocnicích. Ve světě virtuálním, kdy se na jedince hrne mnoho informací, je těžké objektivně posoudit a vybrat si dobře a z ověřených zdrojů. Zejména v oblasti, jako je medicína a fyzioterapie, kde dáváme v sázku své zdraví. Na trhu je mnoho webů, nahraných videí, obrázků a návodů ke cvičení, ale není úplně lehké odlišit odborný portál a něco, co nahraje tzv. “influencer” z dovolené. Cílem je tedy otestovat prostředí, kde si bude moct jedinec najít cvičení a současně si ověřit vhodnost cvičení a případně i správnost provedení. To by mohlo v budoucnu vest k vytvoření platformy, která bude postavena na ověřeném výzkumu a cvičení, které zde pacient dostane k dispozici, bude ohodnotitelné dobře a na základě zjištěných faktů. Jelikož je k tomu ještě dlouhá cesta, tato práce je jen úvodem a ověřuje základní fakt, zda a jak je vlastně možné objektivně posuzovat správnost provedení jednotlivých cvičení na základě videonahrávky.

4 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

4.1 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo ověřit, zda a na základě jakých podmínek je možné objektivně hodnotit správnost provedení cvičení dle předem stanovených parametrů pro dané cvičení, vzdáleně, jenom na základě videozáznamu. Toto hodnocení se odehrává v systému PhyEX- webovém prostředí, vyvinutém speciálně pro tento výzkum. Na základě tohoto vyhodnocení a výsledných dat pak posoudit, celkové možnosti objektivity hodnocení správnosti provedení cviku jenom na základě videa.

Sekundárními cíly bylo:

- a. Vyhodnotit míru shody hodnocení cviku mezi hodnotiteli-tedy inter rater reliabilitu.
- b. Vyhodnotit míru shody hodnocení cviku hodnotitelem se sebou samým, při opakovaném hodnocení stejného cviku a videa, tedy intra rater reliabilitu
- c. Stanovit 2 nejlépe a nejhůře hodnocené parametry-z pohledu shody hodnocení
- d. Stanovit míru shody hodnocení při 3-stupňovém hodnocení provedení cviku, vs. 2 stupňovém hodnocení, tedy vyhodnotit shodu hodnocení při vyšší a nižší citlivosti hodnocení
- e. Posoudit míru shody v hodnocení u specifických vs. nespecifických parametrů.
- f. Posoudit míru shody u vybraných hodnotitelů, s praxí v oboru více než 5 let, proti, hodnotitelům s kratší délkou praxe

Tato hodnocení natočených videí cvičících probandů prováděli odborníci z oboru fyzioterapie, nebo trénérství, na různých stupních dosaženého vzdělání a délky praxe. Nutno zmínit, že tato diplomová práce byla zamýšlena jako součást výzkumu většího rozsahu, následně pak případného porovnání hodnocení kvality provedení cviku na základě videa, v porovnání s osobním zhodnocením a to vše by mohlo směřovat k vytvoření veřejně přístupné databázy cviků pro české, nebo i zahraniční uživatele, která

by mohla poskytnout zásobárnu cviků, společně se zpětnou vazbou ohledně kvality cvičení vztaženou k některým běžným, nebo častým diagnózám.

4.2 ÚKOLY PRÁCE

- Detailní rešerše a zpracování odborné literatury související s tématem diplomové práce
- Podání a schválení Etické komise FTVS UK
- Výběr technologií jenž budou použity v praktické části, ve spolupráci s CIIRC ČVUT
- Příprava dotazníku pro probandy, pro další možné kategorizace ve výzkumu
- Výběr probandů do výzkumu
- Výběr a příprava souboru pro cvičící jednotku, nebo jednotlivé cviky
- Definice parametrů správného provedení jednotlivých cviků-stanovení nesespecifických a specifických parametrů
- Natočení instruktážních videí pro každý cvik
- Příprava psané, vizuální a audio instruktáže k provedení daného cviku ve dvou formách-rychlá a jednoduchá a druhá s větším množstvím detailů
- Příprava, vývoj a programování aplikace PhyEX, ve které bude probíhat hodnocení videí vybranými odborníky
- Příprava dokumentace- Informovaného souhlasu pro probandy studie
- Nábory probandů do výzkumu
- Sběr dat, pořizování videí, příprava a nahrávání anonymizovaných videí pro hodnocení v systému PhyEx
- Testování aplikaci PhyEx pro hodnocení
- Nábory hodnotitelů a příprava prostředí pro hodnocení, přihlášení a spuštění aplikace PhyEx pro hodnotitele
- Sběr dat-hodnocení videí
- Zpracování dat

- Srovnání výsledků a formulace závěru, porovnání s hypotézami
- Vyvození závěru výzkumu
- Příprava diskuse na dané téma

4.3 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Otázka č.1: Jaká je celková míra shody hodnocení správnosti provedení souboru cvičení na základě předem definovaných parametrů mezi odborníky?

Otázka č.2: Jaká je celková míra shody hodnocení správnosti provedení cviků na základě předem definovaných parametrů u jednoho hodnotitele, při opakovaném hodnocení téhož cviku?

Otázka č.3: Jaký je rozdíl v míře shody hodnocení správnosti provedení cviků mezi odborníky při hodnocení v 3-stupňové a 2-stupňové škále hodnocení?

Otázka č.4: Jaké jsou nejlépe a nejhůře hodnocené parametry?

Otázka č.5: Jaká je míra shody v hodnocení u specifických vs. nespecifických parametrů?

Otázka č. 6: Budou mít hodnotitelé s délkou praxe více, než 5 let, signifikantně lepší shodu, než zbylá populace hodnotitelů?

4.4 HYPOTÉZY:

H1-Předpokládám, že celková míra shody v hodnocení správnosti provedení cviků na základě předem stanovených parametrů bude u všech hodnotitelů, cviků a parametrů vyšší než 66,6 procent.

H2a- Předpokládám, že absolutní shoda v hodnocení správnosti provedení cviků hodnotitelem se sebou samým při opakovaném hodnocení téhož videa, bude napříč všemi parametry a cviky větší, než 50 procent.

H2b- Předpokládám, že celková míra shody v hodnocení správnosti provedení cviků na základě předem stanovených parametrů, hodnotitele se sebou samým bude napříč všemi parametry a cviky větší, než 75 procent

H3- Předpokládám, že shoda v hodnocení správnosti provedení cvičení v 3 stupňové škále hodnocení pro daný cvik a jeho parametry bude nižší, než shoda v hodnocení v 2 stupňové škále hodnocení

H4- Předpokládám, že dva nejlépe hodnocené parametry-s nejvyšší mírou shody budou patřit do skupiny specifických parametrů a dva parametry s nejnižší mírou shody budou patřit do skupiny nespecifických parametrů

H5- Předpokládám, že celková shoda v hodnocení specifických parametrů pro dané cviky bude vyšší, než shoda v hodnocení nespecifických parametrů

H6- Předpokládám, že hodnotitelé s delší praxí v oboru >5 let, budou mít signifikantně vyšší shodu v hodnocení, než zbylá skupina hodnotitelů.

.

5 METODIKA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomová práce je empiricko-teoretická práce, která vznikla jako studie ve spolupráci katedry Fyzioterapie Fakulty Tělesné Výchovy a Sportu Univerzity Karlovy a Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT. Tento projekt byl realizován za účasti Ing. Jinřicha Adolfa a pod dohledem doc. Ing. Lenkou Lhotské, CSc. (ČVUT)

Tato diplomová práce byla schválena Etickou komisí FTVS UK, dne 9.8.2023 pod číslem jednacím 88/2023. Toto schválení je součástí přílohy Diplomové práce.

5.1 METODICKÝ POSTUP PRO TVORBU TEORETICKÝCH VÝCHODISEK

Teoretická východiska diplomové práce jsou výsledkem rešerše na téma aktuálních možností telerehabilitace, využití kinematické analýzy a monitorovacích systémů a softwarů, nebo telerehabilitačních platform a aplikací v rámci vzdálené fyzioterapie. Tato rešerše se kromě aktuálních možností vzdálené telerehabilitace zaměřila i na vyhledání důkazů a studií, které by posuzovali objektivitu zhodnocování provedení cvičení, nebo jakýchkoliv dalších pohybových aktivit, nebo parametrů, při hodnocení vzdáleně, na základě různých médií. Tyto teoretické podklady definují určité nedostatky v rámci telerehabilitace a umožňují tak směřovat výzkum do oblastí, které by mohly optimalizovat toto prostředí. Vzhledem k tomu, že jde o relativně nová témata, byly použity většinou elektronické zdroje, webové stránky, jak zahraniční, tak česká media a dostupné vědecké databáze: Pubmed, GoogleScholar, Elsevier, ScienceDirect, Journal of Medicine a další. Celkové množství vyhledaných zdrojů není velké i vzhledem k nové zkoumané oblasti a zatím existence jen malého množství výzkumu v oblasti telerehabilitace.

Každý použitý zdroj byl označen citací, dle citační normy ISO-690 a uveden v seznamu použité literatury.

5.2 METODICKÝ POSTUP PŘI VYTVÁŘENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI DIPLOMOVÉ PRÁCE

Vzhledem k tomu, že součástí a základním kamenem této diplomové práce je výzkum, kterého se účastní živé osoby, byla před realizací výzkumného projektu připravena Žádost Etické komisi FTVS UK. Tato žádost byla schválena dne 9.8. 2023 pod jednacím číslem EK 88/2023.

Součástí Žádosti Etické komisi byl také informovaný souhlas, který byl schválen současně se samotnou Žádostí etické komisi dne 9.8.2023 a je uveden společně se schválenou žádostí jako příloha této diplomové práce.

Na základě schváleného projektu, byl pak připraven a realizován výzkumný projekt.

5.2.1 Příprava na sběr dat

- a. V období od Února 2023 probíhala setkání s participujícími členy CIIRC ČVUT a byly připravovány teoretické podklady pro provedení a realizaci výzkumného projektu. Během února, března a dubna probíhaly setkání a diskuse o významu plánovaného výzkumu, možnostech jak technických tak lidských zdrojů, stejně jako extenzivní rešeršování na trhu telerehabilitace a hledání důkazných materiálů, které by potvrdily, jestli již stejný, nebo podobný výzkum ještě nebyl proveden. Probíhalo plánování a výběr cviků, z oblasti fyzioterapie, nebo i z oblasti sportu, různých stupňů obtížnosti, ale současně jednoduchosti provedení a dobré viditelnosti na videu pro další zhodnocování. Pro výběr cviků byly provedeny i další rešerše a prohledány webové stránky s danou tématikou, nebo využity znalosti z praxe fyzioterapeuta, nebo dovednosti a znalosti z oblasti studia fyzioterapie, nebo zkušenosti řešitelů z práce se sportovním týmem, nebo konzultace s kolegy. Bylo vybráno 42 cviků.
- b. Pro tyto cviky se nadeřinovaly jak stručné, tak detailnější popisy v českém i anglickém jazyce, které by bylo možné použít jako pro instrukci vizuální, tedy k přečtení, tak pro audioinstruktáž, tedy prostým poslechem. Pro tyto cviky byly nadeřinované parametry, které budou hodnoceny pro výsledné celkové hodnocení kvality provedení cviku daným probandem, a které pak poslouží jako data pro další analýzu. Tyto parametry byly

nadefinovány jak v češtině, tak v anglickém jazyce, protože nebylo vhodné předpokládat, že všichni hodnotitelé budou česky hovořící.

- c. Pro přípravu cvičení a videí cvičících probandů bylo připraveno 42 cviků: viz Příloha č.7- Seznam cvičení
- d. Bylo vybráno prostředí, ve kterém bude probíhat natáčení videí cvičících probandů. Pro tyto účely byly poskytnuty prostory Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT. Pro provedení a natočení instruktážních videí, nebo samotného cvičení probandů byly poskytnuty fyziopomůcky jako gymball, balanční čočky, theraband, židle, činka.
- e. Byly nadefinovány polohy a pozice kamer, které snímaly cvičícího z různých úhlů. A nadefinované prostředí, ve kterém se budou pořizovat videozáznamy cvičení. Pro potřeby testování byly zvoleny 4 polohy kamer, z pohledu předního, z pohledu bočního a dva šikmé pohledy šikmo zepředu a šikmo zezadu.
- f. Technické zázemí- hardware a software byl poskytnut na půdě CIIRC ČVUT a vše bylo společně připraveno.
- g. Testovací prostředí, zázemí a nastavení kamer bylo otestováno počtem 10 cviků a byly vyznačeny značky, na které se cvičící osoba postaví tak, aby byla v centrovaném záběru vzhledem ke všem 4 kamerám.
- h. Na testovacích videích byl odzkoušen proces anonymizace videa tak, aby nebylo možné identifikovat cvičence/probanda.
- i. Byla natočena instruktážní videa pro všechny cviky, které reprezentují správné provedení a společně s popisnou instruktáží připraveny pro promítání v rámci samotného pořizování videí probandů, jako instruktáž před samotným cvičením.
- j. Byla připravena a integrovaná textová instruktáž, a také audio instruktáž, která nakonec ale nebyla využita v samotném sběru dat. Instruktáž probandů probíhala jenom formou textu a videa. Texty byly připravené v českém a anglickém jazyce, z důvodu toho, že se předpokládalo, že probandi, dle nich cvičící mohou být různých národností.

k. Pro zajištění bezpečí probandů a také pro možnost další kategorizace dat, jsme připravili prostředí pro elektronický vstupní dotazník-forma dotazování ústní pro probandy, který obsahoval následující otázky:

- Věk
- Povolání
- Výška
- Váha
- Počet hodin, který trávíte denně sezením
- Počet hodin, které trávíte týdně aktivitou střední intenzity- rychlá chůze, venkovní aktivity, procházka, zahradničení, rekreační sport
- Počet hodin, které trávíte týdně aktivitou vysoké intenzity- sportovní trénink, běh a jiné.
- Zdravotní stav
- Pohybové omezení

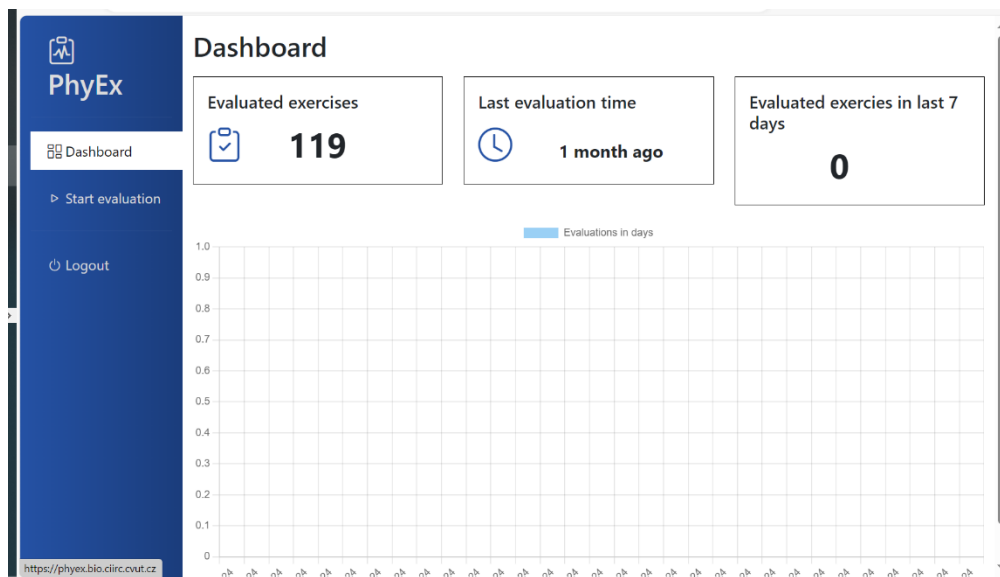
Na tyto dotazy budou odpovídat probandi přímo, prostřednictvím dotazování se řešitelů, před samotným zahájením cvičení a po podpisu informovaného souhlasu. Dle odpovědí se probandi mohou dále kategorizovat a může být vyhodnocena korelace kvality vybraného parametru s časem stráveným sezením, nebo časem ve fyzické zátěži.

l. Pro potřeby tohoto výzkumu byla vyvinuta a naprogramována aplikace PhyEx © Vitězslav Mergl, , která funguje jako prostředí, do kterého se nahrály natočená videa cvičících probandů, společně s popisky a parametry cvičení. Přes tuto webovou aplikaci také následně probíhalo hodnocení správnosti provedení cvičení odborníky z oblasti fyzioterapie, kondičního trénování, studenty fyzioterapie, nebo dalších příbuzných oborů. Tyto hodnotitele jsme oslovili z vlastních kontaktů a po odsouhlasení účasti jim byl odeslán informační email s požadavky a instrukcemi k přihlášení do aplikaci. A následnému hodnocení-dle vlastních možností, libovolného počtu videí, během období 2.1.2024-15.3.2024, kdy by sběr dat ukončen.

5.2.2 PhyEx- aplikace pro hodnotitele

Software Phyex byl vyvinutý ve spolupráci s řešiteli z CIIRC ČVUT. Tato webová aplikace byla připravena tak, aby sloužila jako nástroj pro testování správnosti provedení cviků ve své nejjednodušší formě.

Úvodní stránka PhyEx aplikaci obsahuje přehled počtu hodnocení daného přihlášeného uživatele:



Obrázek 6. Úvodní stránka aplikace PhyEx

Další stránka je záložka: Start evaluation, kterou se Uživatel dostane už na samotné hodnocení cviků.



Obrázek 7-Evaluace videa cvičení

Stránka pro samotné hodnocení obsahuje nahrané anonymizované video cvičícího probanda. 4 možnosti pohledu kamer, mezi kterými si může Uživatel-hodnotitel přepínat a seznam parametrů, kde je možné daný cvik ohodnotit. Aplikace PhyEx byla naprogramována tak, aby přiřazovala videa k hodnocení nejdříve náhodným výběrem a pak od počtu hodnocení videa >2 hodnocení na dané video tak, že přednostně přiřazovala videa, která byla zhodnocena nejméně krát, pro získání co nejsymetričtějšího rozložení počtu zhodnocení na všechny videozáznamy.

5.2.3 Charakteristika testovaného souboru

Testovací soubor byl složen ze zdravých jedinců nad 18 let, oslovených ze soukromých zdrojů řešitelů a participujících členů daného výzkumu. Nebyly použity žádné formy inzerce, nebo náboru skrz sociální sítě, nebo jiná média. Rozvrh pro cvičení a pořizování videozáznamů cvičení byl plánován pomocí platformy Doodle, na kterou obdrželi zájemci link prostřednictvím telefonu, nebo emailu a přes kterou si mohli zarezervovat přesný den a čas měření. Den před samotným měřením, jim byly doručeny detailní informace například ohledně specifikací pro oblečení a místa a času setkání.

Zařazovací kritéria:

- Zdravá dospělá populace 18-64 let, nebo aktivní senioři 65-90 let s platnou zdravotní prohlídkou bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám a jiného omezujícího onemocnění.
- Podepsání informovaného souhlasu.

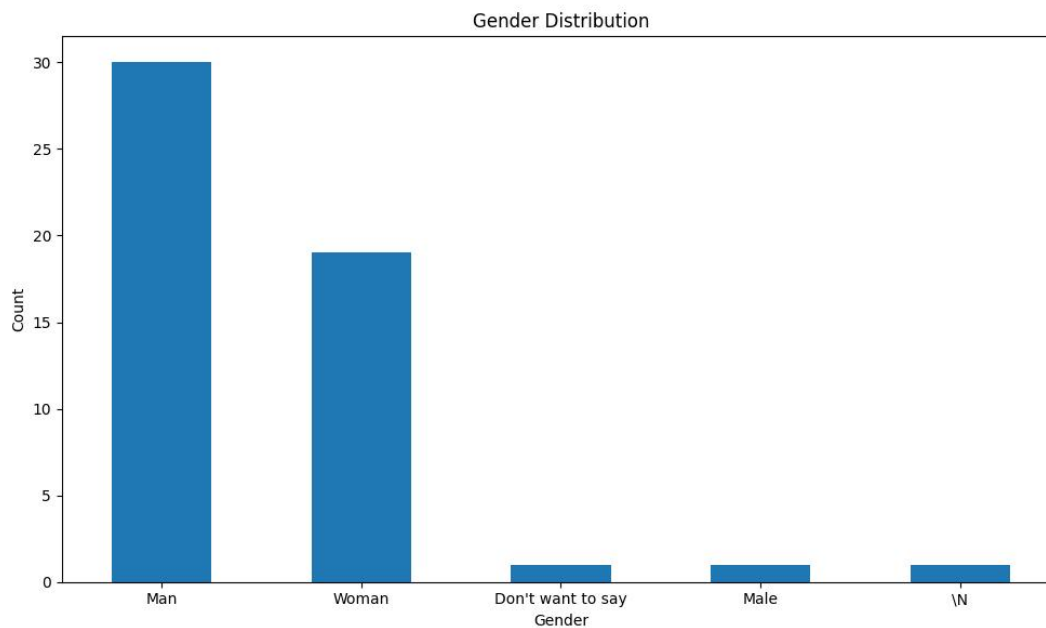
Vyřazovací kritéria:

- Všechna akutní onemocnění (infekční, traumatická, zánětlivá), dekompenzovaná chronická onemocnění (interní, neurologická), probíhající onkologické onemocnění.
- Poruchy rovnováhy, vertigo
- Kognitivní deficit
- Omezení pohybového aparátu, nebo období rekonvalescence po onemocnění či úrazu, který by mohl znemožňovat spolupráci.

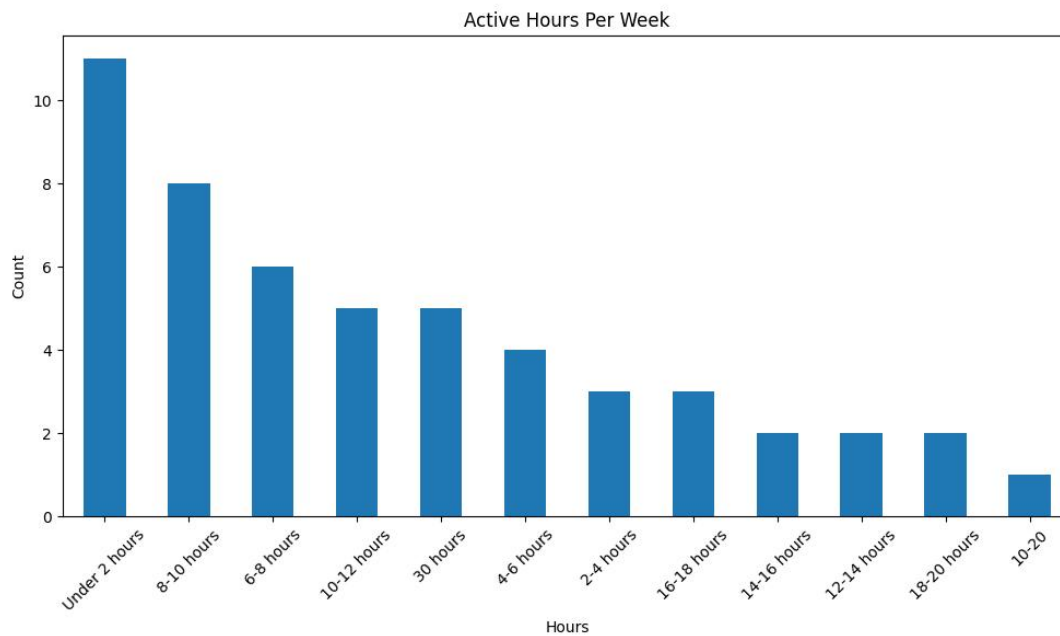
- Nespolupracující proband
- Odmítnutí účasti probandem
- Odvolání informovaného souhlasu.

K účasti na projektu nejsou nutné specifické pohybové předpoklady. Probandy do výzkumu vybírali autoři projektu se zdravotnickým vzděláním, dle aktuálního zdravotního stavu, pro zajištění bezpečnosti probandů. Tito probandi jsou dobrovolní účastníci z osobních zdrojů a kontaktů autorů.

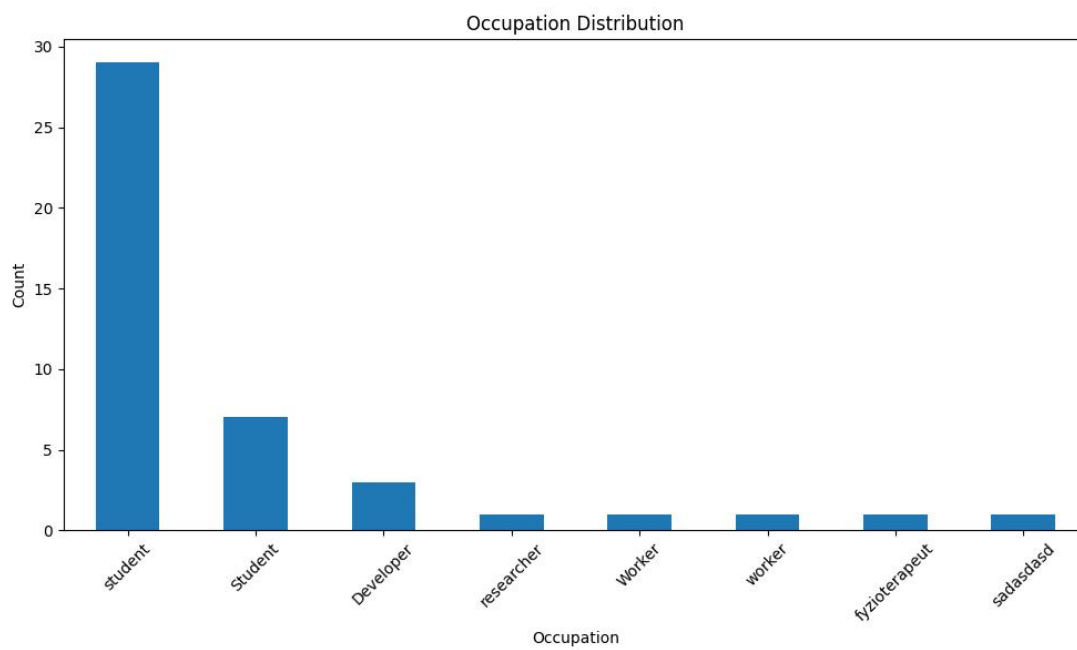
Do výzkumu bylo vybráno a podepsalo informovaný souhlas 40 účastníků, ve věku od 18- do 40 let, s celkovým průměrem 24 let. Všichni zařazení splnili zařazovací kritéria a nesplnili žádné z vyřazovacích kritérií. Během výzkumu, ani do doby kompletace diplomové práce, žádný ze zařazených probandů neodvolal informovaný souhlas Výzkumu se neúčastnil žádný proband v seniorské kategorii. Pořizování videozáznamů cvičení zařazených probandů probíhalo od 9.8.2023 do 30.10.2023.



Graf 2-Distribuce pohlaví probandu výzkumu



Graf 3-Denní aktivita probandů-střední a intenzivní dohromady



Graf 4-Povolání probandů

5.2.4 Průběh měření a výzkumu:

Výzkumný projekt byl schválen Etickou komisí v srpnu 2023. S vybranými probandy, kteří podepsali informovaný souhlas proběhlo natáčení videí připravených cviků. Pro natáčení se použily 4 kamery Alhwa-IP cam, objektiv 2,8 mm, 1280x1080p. , umístěné následovně:

- Kamera 1- umístěna ze šikmého pohledu, nalevo od frontálně umístěné kamery- diagonální pohled zleva
- Kamera 2-umístěna ze šikmého pohledu, napravo od frontálně umístěné kamery- diagonální pohled zprava
- Kamera 3- umístěná centrovaně z bočního pohledu na cvičícího probanda-boční kamera
- Kamera 4 - umístěná centrovaně z čelního pohledu na cvičícího probanda-frontální kamera



Obrázek 8-Pohledy 4 kamer

Kamery byly fixně umístěny ve výšce 120 centimetrů, 3 metry od místa pro cvičení ve frontální a boční pozici a 3,5 metru v obou diagonálních pozicích

S vybranými probandy proběhlo natáčení videí připravených cviků- v počtu 42 cviků, dle instruktážních videí, na půdě ČVUT. Téměř všichni probandi odcvičili všech 42 cviků, průměrně na 1 probanda bylo odcvičeno 38, 8 cviku. Probandi prováděli každý cvik v 5 opakováních.. Od všech probandů byl získán videozáznam provedených cviků- ve 4 provedeních, z pohledů 4 použitých kamer.

Pro záznam byl využit SW- PhyEx Recorder © Jindřich Adolf, CIIRC ČVUT. Celkem jsme získali 1552 kompletních videozáznamů cviků, z pohledu všech 4 kamer., nebo 6208 záznamů celkově. Všechny videozáznamy byly následně anonymizovány tak, aby nebylo vidět obličeje a nebylo možné identifikovat totožnost probanda.

5.2.5 Výběr videozáznamu cvičení do finálního hodnocení a jejich definování pro další hodnocení.

Z celkového počtu pořízených cvičení bylo do finálního hodnocení vybráno 9 cviků, v celkovém počtu 134 videí daného cviku. Výběr do finálního hodnocení ve smyslu redukce použitého počtu cviků byl proveden pro zajištění dostatečného počtu hodnocení jednoho cvičení/video a také dostatečného množství opakovaného hodnocení jednoho cviku stejným hodnotitelem.

Do užšího výběru pro finální hodnocení prošly tyto cvičení:

- PUSH- Klik
- PLTO- Vzpor s doteky ramene
- LTLG- Laterální výpad
- CHOP-Otevírání hrudníku
- CLMB- Lezec
- BULG- Bulgarian squat
- RFSN- Jógová pozice pes s hlavou dolů, s přechodem do pozice pes s hlavou nahoru
- SKJP-Stranové přeskoky-bruslař
- SQOC-Dřep na balanční čočce

Celkový počet 134 videí cvičení, v pohledu všech 4 kamer byl následně nahrán do aplikaci PhyEx, kde k nim byly dle předem nadefinovaného 4-místného- kódu specifického pro každý cvik, synchronizovány parametry pro hodnocení. Parametry pro hodnocení každého cviku jsou definované následovně:

Nespecifické parametry: vždy 3- stejné pro každý cvik, definované obecně:

1. Celková symetrie, u asymetrického cviku celková kvalita provedení
2. Dostatečný rozsah pohybu
3. Plynulost provedení pohybu

Specifické parametry: variabilní počet parametrů pro každý cvik, dle specifikací konkrétní pro každý cvik. Pro vybrané cvičení do finálního hodnocení šlo o tyto parametry:

Kód cviku	Parametr 1	Parametr 2	Parametr 3	Parametr 4	Parametr 5
RFSN	Paty na zemi v poloze střechy	Natažené DKK v poloze střechy	Lokty zůstávají natažené v celém průběhu pohybu	Hlava v prodloužení trupu, nezaklání se.	Plynulý přechod do polohy kobry
LTLG	Pohyb je provedený pomalu	DK v nároku, koleno směřuje sagitálně, flexe 90°	Nestojná DK zůstává natažená, v kontaktu s podložkou	Hlava v prodloužení páteře	Pohyb trupu jen v sagitální rovině, nejsou lateroflexe.
CHOP	Kolena a kyčle svírají úhel 90°	Ve VP-Hlava v prodloužení páteře	Ve VP-Páteř je v rovině, neextenduje v Lp, neflektuje v Thp	V koncové pozici-rameno se dotkne země	
SKJP	Kolena stejné nohy udržuje sagitální rovinu	Hlezo v rovině, není valgozita/varozita	Rychlost stabilizace polohy po doskočení		
PLTO	Hlava zůstává v prodloužení páteře, není předklon, záklon	Trup zůstává zpevněný, hýždě v rovině s trupem a dolními končetinami	Rotation of torso.		
SQOC	Kolena směřují nad chodidla, není varozita/valgozita.	Páteř a hlava v rovině a protažení	Kolena jdou do flexe min. 90°	Trup nejde do lateroflexe	
PUSH	Hlava zůstává v prodloužení páteře, není předklon, záklon	Trup zůstává zpevněný, hýždě v rovině s trupem a dolními končetinami			
BULG	Koleno stejné nohy v rovině, bez valgozity/varozity	Trup zpevněný, v rovině sagitální i frontální.			
CLMB	Trup zůstává zpevněný hýždě v rovině s páteří	Lokty v extenzi 0°	Koleno oporné nohy v extenzi 0°		

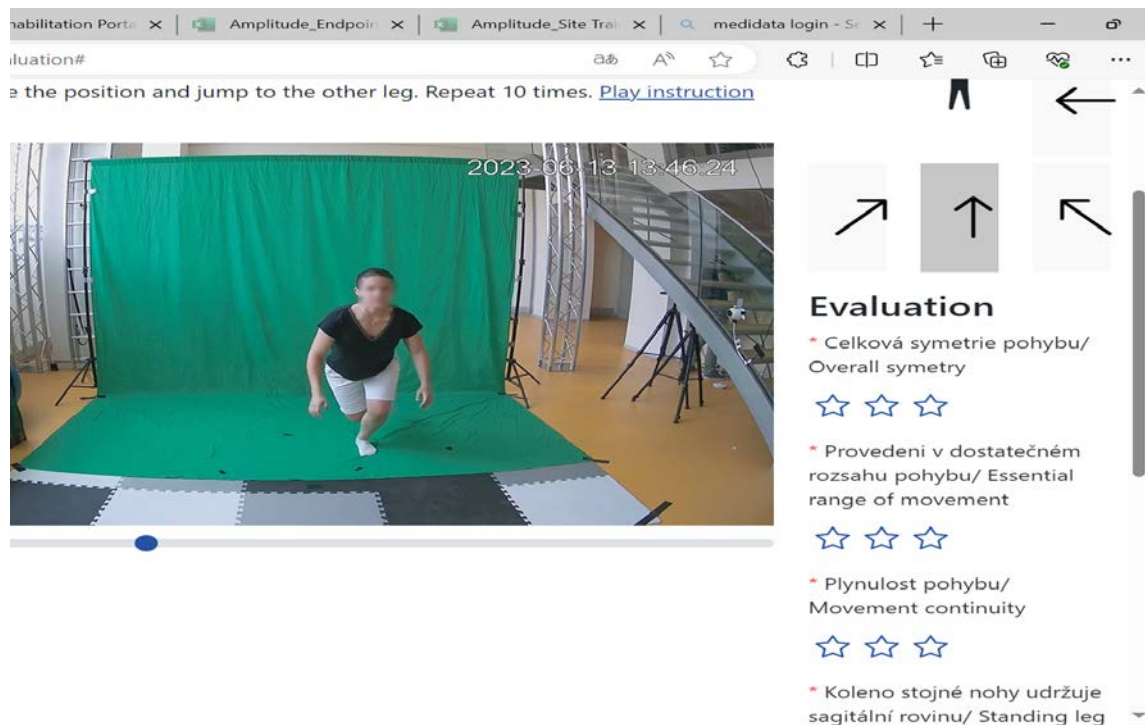
Table 2-Specifické parametry

V rámci hodnocení parametrů hodnotiteli je ke každému parametru k dispozici 3 stupňová škála hodnocení, v aplikaci PhyEx vyjádřeno graficky počtem hvězdiček, které hodnotitel označí

1 hvězdička- daný parameter cvičící nesplňuje

2 hvězdičky-daný parameter cvičící splňuje částečně, ale je zde nutná korekce, není možné stanovit zda-li je provedení a plnění daného parametru správně, nebo nesprávně.

3 hvězdičky- daný parameter cvičící splňuje bez výhrad



Obrázek 9- Zobrazení hodnocení-vlevo parametry a 4 pohledy kamer

V aplikaci PhyEX se parametry zobrazují pod sebou v grafickém zobrazení, kde je možné vybrat ke každému parametru jeho zhodnocení v 3-stupňové škále, tedy: nesplňuje, splňuje částečně, splňuje bez výhrad.

Nad parametry je vidět zobrazení, ze které kamery uživatel právě provádí hodnocení. Mezi kamerami může uživatel přepínat a zobrazit si tak co nejvhodnější pohled pro

zhodnocení daného parametru. Videá jsou nahrané ve smyčce, tak, aby hodnotitel nebyl zdržován zbytečným posouváním videa, nebo opakovaným přehráváním videa. Hodnotit je možné nekonečné množství videí, bez omezení.

5.2.6 Hodnocení správnosti provedení cvičení:

Hodnocení správnosti provedení cviků prostřednictvím videa, na základě předem definovaných nespecifických a specifických parametrů se účastnilo celkem 75 hodnotitelů ve věku 23-53 let, průměrný věk hodnotitelů byl 26 let.

Hodnotitelé byli studenti magisterského studia Fyzioterapie s minimálně ukončeným bakalářským vzděláním v oboru Fyzioterapie, fyzioterapeuti z praxe, s různou délkou praxe (od jednoho roku do 25 let, s průměrnou délkou praxe pro celý soubor na hodnotě 2,82 let), kondiční trenéři, a lékaři.

Hodnotitelé obdrželi od řešitelů DP instruktážní email, kde byl popsán postup přihlášení, metoda, nebo prostředí pro hodnocení, přihlašovací údaje a návod na provádění hodnocení. Hodnotitelé se na stránku mohli přihlásit po vyplnění krátkého dotazníku, který obsahoval informace: emailovou adresu, rok narození, obor ve kterém profesionálně působí, ukončené vzdělání a délku praxe. Po vyplnění dotazníku mohli vstoupit do prostředí, ve kterém probíhalo samotné hodnocení správnosti provedení cviků na základě předem stanovených parametrů. Hodnotitelé hodnotili nahrávky videí na svých osobních počítačích a své hodnocení spolu vzájemně nekonzultovali. Stejně jako nekonzultovali v průběhu hodnocení své vyhodnocování s řešiteli DP.

Hodnocení cvičení bylo provedeno v období od 2.1.2024 do 15.3.2024 neomezené co do počtu na jednoho hodnotitele a videa byla přiřazována hodnotitelům náhodným výběrem. Po celkovém počtu hodnocení daného videa více, než 2 krát, se přednostně, ale nadále náhodným výběrem přiřazovaly ty videozáznamy cvičení, které byly hodnoceny nejméně krát. Tím se dosáhlo vyrovnaného počtu provedených zhodnocení na jeden záznam. Hodnotitelům se daný cvik a video mohlo přiřadit k hodnocení i několikrát opakovaně.

Průměrný počet zhodnocených videozáznamů cvičení byl 134,23 videozáznamu na jednoho hodnotitele. Nejvyšší počet hodnocení na jednoho hodnotitele byl 249, a nejnižší 5 zhodnocení.

Celkově jsme pro další analýzu dat získali 10 067 hodnocení nahraného cvičení. Každý druh cvičení z 9 vybraných pro finální vyhodnocení byl ohodnocen minimálně 61 krát, průměrný počet hodnocení na 1 druh cvičení byl 75,7.

5.2.7 Analýza dat:

Pro extrakci dat z aplikaci PhyEx, statistiku a vykreslení grafů, byl použit programovací nástroj Python 3.11 a knihovny Numpy, Pandas, Seaborn, Matplotlib, a Statsmodel. Ze statistických metod byla použita Inter-rater reliabilita pro výpočet shody mezi hodnotiteli vzájemně, dále Intra rater reliabilita pro výpočet zhodnocení shody hodnotitele při opakovaném hodnocení-tedy shoda se sebou samým. Dále byla použita deskriptivní statistika-procentuální výpočet shody u jednotlivých parametrů pro všechny stupně hodnocení, a také pro stupně hodnocení buď splňuje, nebo nesplňuje a tyto procentuální shody byly porovnány mezi skupinami hodnotitelů rozdělených na základě délky praxe. Byla vyhodnocena největší a nejmenší shoda pro konkrétní parametry. Pro srovnání hodnocení v 3-stupňovém, vs, 2 stupňovém hodnocení daného parametru byla zvolena metoda porovnání hodnocení pomocí Fleiss kappa pro každý hodnocený cvik zvlášť a pak stanovený rozdíl v hodnotě kappa mezi 3-stupňovým a 2-stupňovým hodnocením pro všechny hodnotitele. Pro výpočet Intra rater reliability byl použit procentuální výpočet shody v parametrech při opakovaném hodnocení pro jednotlivé parametry v repetitivně hodnocených cvičeních.

Pro srovnání shody v hodnocení na základě délky praxe byl použit výpočet hodnoty p- tedy stanovení hladiny významnosti rozdílu hodnocení mezi těmito dvěma skupinami. Data byla podrobena testu normality rozložení dat a na základě výsledku byl použit buď parametrický t-test, nebo neparametrický Mann Whitney U test. Hladina významnosti byla stanovena na $p < 0,05$ a vyhodnocena pro všechny cviky a parametry. Pro stanovení shody v hodnocení u skupiny hodnotitelů s delší praxí a skupiny hodnotitelů s kratší praxí, bylo použito hodnocení pomocí Fleiss kappa, které jsme porovnávali pro každý cvik zvlášť, stejně jako mezi dvěma skupinami hodnotitelů, jak pro dvoustupňové, tak pro 3-stupňové hodnocení.

Ze získaných dat, vzhledem k jejich rozsáhlému množství je možné vybrat a seřadit cviky dle shody hodnocení hodnotitelů a případně připravit podklady pro další pokračování výzkumu, nebo použít další parametry pro shodnocení možnosti objektivně hodnotit jenom na základě shlédnutého videozáznamu. Do této diplomové práce jsme vybírali jenom některé pohledy a výsledky. Jelikož nebyly ani zdaleka využity všechny videozáznamy, ani druhy cvičení, je možné tyto data dále využít v pokračovacím výzkumu a zaměřit se na jiné parametry. Analýza dat probíhala v spolupráci s odborníky na statistiku a CIIRC ČVUT.

6 VÝSLEDKY:

V této kapitole jsou uvedeny výsledky pro jednotlivé hypotézy a celkové hodnocení dle vhodnosti, i formou grafu, nebo tabulky. Tyto výsledky byly vyhodnoceny za použití programovacího nástroje Python 3.11 a knihoven Numpy, Pandas, Seaborn, Matplotlib a Statsmodel. Pro vyhodnocení bylo vybráno jen několik parametrů, srovnání, nebo faktorů. Tato studie a velké množství získaných dat umožňuje i další, nebo jiné zhodnocení, které může být předmětem dalšího zkoumání. Tyto výsledky byly připraveny ve spolupráci se spoluřešiteli z CIIRC ČVUT a poslouží i jako podklady k publikaci tohoto výzkumu v Journal of Telemedicine and Telecare.

6.1.1 H1 Inter rater reliability-hodnocení správnosti provedení cviků na základě předem stanovených parametrů všech hodnotitelů vzájemně, cviků a parametrů.

Hypotéza nebyla potvrzena. Ve vyhodnocení shody v posuzování správnosti provedených cviků, bylo napříč všemi hodnotiteli, cvičeními a parametry dosaženo celkové shody 61 procent z 10067 hodnocení a celkově hodnoceném počtu parametrů 65967 - při zahrnutí všech 3 stupňů hodnocení. Interpretace procentuální shody v hodnocení je následovně- U 3 stupňového hodnocení je stanovena shoda 33,3 procenta jako hranice pro náhodný výběr. I když shoda nad 33,3 procenta je již mimo náhodného výběru, pro statisticky významnou-vysokou míru shody byla autory stanovena dvounásobná hodnota 66,6 procenta. Celková shoda hodnotitelů napříč všemi cviky a parametry se nachází v pásmu lepší shody, než náhodným výběrem a blíží se stanovené hranici vysoké shody mezi hodnotiteli-Příloha 3

Pro všechny hodnocené parametry byla vyhodnocena hodnota Fleiss Kappa=0,23, což odpovídá kategorii :Fair agreement-tedy nižšímu stupni shody v hodnocení.

Kappa	CHOP	CLMB	LTUG	PLTO	PUSH	RFSN	SKIP	SQDC	BULG	Overall Kappa
All-3 scale	0,22	0,22	0,20	0,18	0,33	0,24	0,23	0,20	0,33	0,23
Exp-3 scale	0,63	0,68	0,54	0,54	0,76	0,6	0,6	0,58	0,77	0,63

Table 3- Fleiss Kappa- shoda všech hodnotitelů a odborníků dle praxe a cviků.

κ	Interpretation
< 0	Poor agreement
0.01 – 0.20	Slight agreement
0.21 – 0.40	Fair agreement
0.41 – 0.60	Moderate agreement
0.61 – 0.80	Substantial agreement
0.81 – 1.00	Almost perfect agreement

Table 4-Kappa interpretace

Při odstranění prostřední hodnoty, tedy při vyhodnocení shody v posouzení čistě pravdivostní hodnoty daného parametru jenom stupněm 1-nesplňuje, nebo 3-splňuje, bylo dosaženo shody v hodnocení 84 procent u hodnocení 40843 parametrů-Příloha 4

6.1.2 H2-Repetitivní hodnocení Intra-rater reliabilita hodnotitelů:

Hypotéza H2a nebyla potvrzena. Absolutní tedy 100 procentní shoda v hodnocení ve všech parametrech hodnotitelem se sebou samým, při opakovaném hodnocení záznamu cvičení byla 43,9 procenta, z celkového počtu 391 duplicitně hodnocených nahrávek cvičení, tedy nižší než 50 procent. To znamená hodnotitelé se absolutně shodli sami se sebou ve všech parametrech u méně než poloviny cviků. Ve všech případech se jednalo o změnu stupně hodnocení o jeden stupeň.

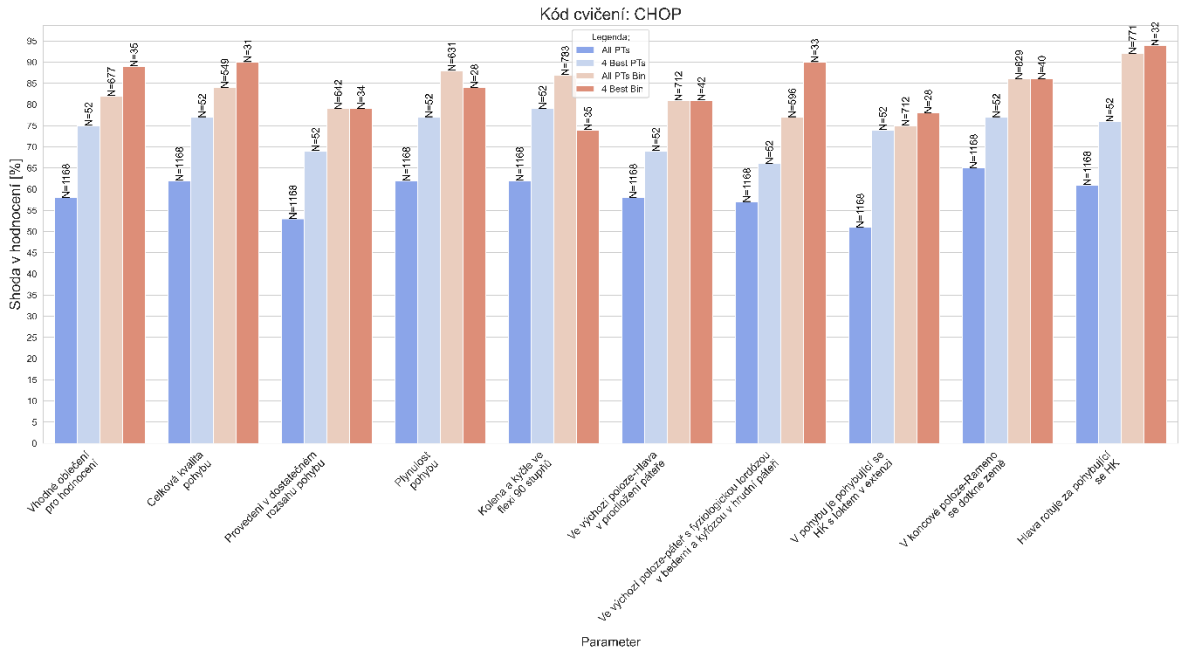
Hypotéza H2b byla potvrzena, hraničně. Procento shody 70 procent- celkově v opakovaném hodnocení tím samým hodnotitelem bylo stanoveno autory na základě požadavku vyšší shody sám se sebou, kdy shoda ve více než 66,6 procenta již stanovuje významnou shodu, jak zmíněno v H1. Hodnota 70 procent byla stanovena zokrouhlením, dle rozhodnutí autorů. Celková shoda při opakovaném hodnocení byla na 391 záznamech opakovaně vyhodnocených záznamů 74,6 procenta. Celkově jde o vysokou shodu v repetitivním hodnocení toho samého cviku stejným hodnotitelem.

Z toho shoda specifických parametrů, z celkového počtu 801 repetitivně ohodnocených parametrů tím samým hodnotitelem, byla dosažena shoda v 590 parametrech, tedy 73,8.

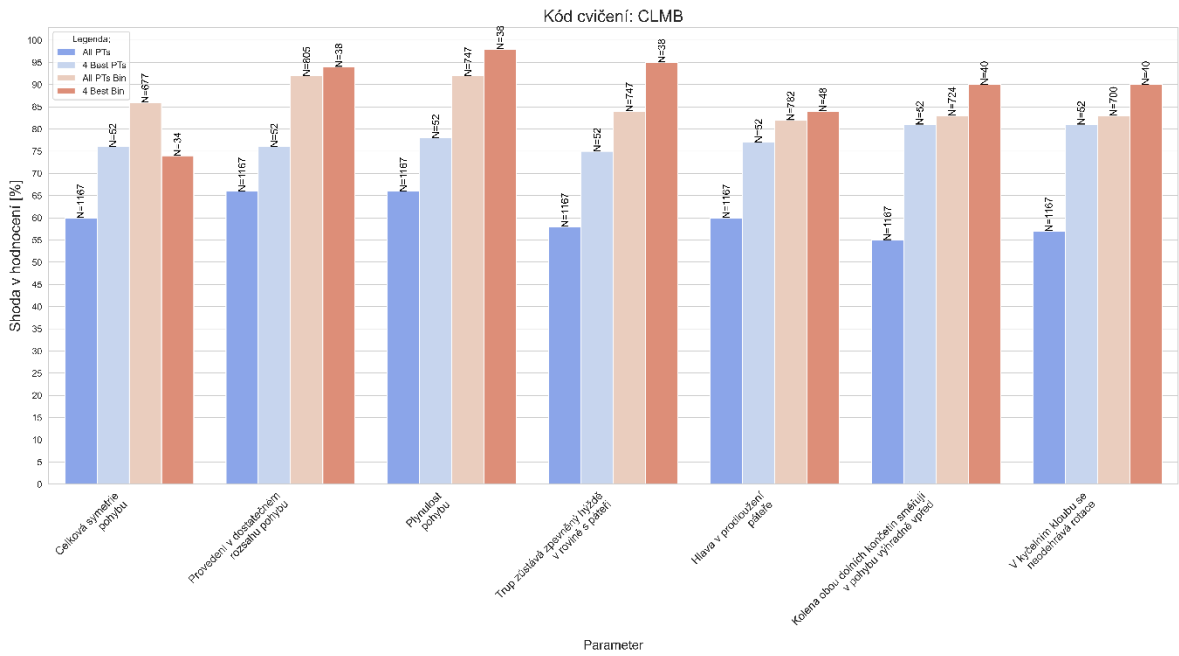
Shoda na nesespecifických parametrech, z celkového počtu 585 repetitivně ohodnocených tím samým hodnotitelem, byla shoda na 444 z nich, tedy 75,4 procenta. Tabulka výsledků zde není možné publikovat z důvodu rozsáhlého množství dat.

6.1.3 H3- Hodnocení rozdílu v posouzení správnosti v tří-vs. dvoustupňové škále hodnocení-

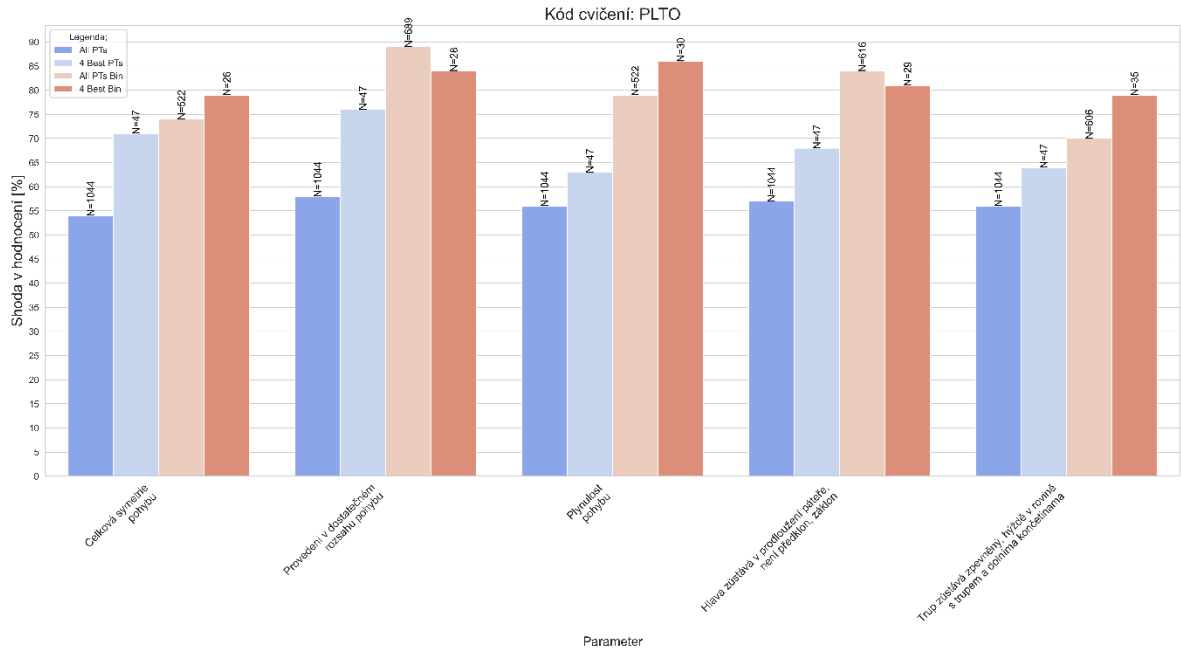
Hypotéza byla potvrzena. Hodnocení rozdílu v posuzování správnosti provedení cvičení pomocí 3 stupňů hodnocení daného parametru 1-nesplňuje, 2-splňuje částečně, 3-splňuje a v hodnocení jenom v 2 stupňové škále, vyřazením hodnocení, kde hodnotitel nebyl schopem určit, jestli parameter je nebo není splněný, nebo si nebyl jist, tedy pravdivostní hodnoty splňuje, nebo nesplňuje byl signifikantně vyšší u 2 stupňového hodnocení, v celkovém hodnocení všech hodnotitelů, parametrů a cvičení, kdy dosáhl celkové shody 84 procent, vs 61 procent-viz Příloha 3 pro celkové shody hodnocení 2-stupňové a Příloha 4- Pro shodu v 3 stupňovém hodnocení. V grafech uvádíme porovnání hodnocení na jednotlivá cvičení zvlášť a dále také porovnání skupin hodnotitelů rozdělených na základě délky praxe, kde dle hypotézy H6 a jejího potvrzení sledujeme vyšší shodu hodnotitelů s délkou praxe >5 let, vs. ostatních hodnotitelů. Uvádíme procentuální vyjádření daných shod, pro lepší vizualizaci. Hodnocení a grafy dle Fleiss kappa jsou součástí, jako Příloha 5 a Příloha 6.



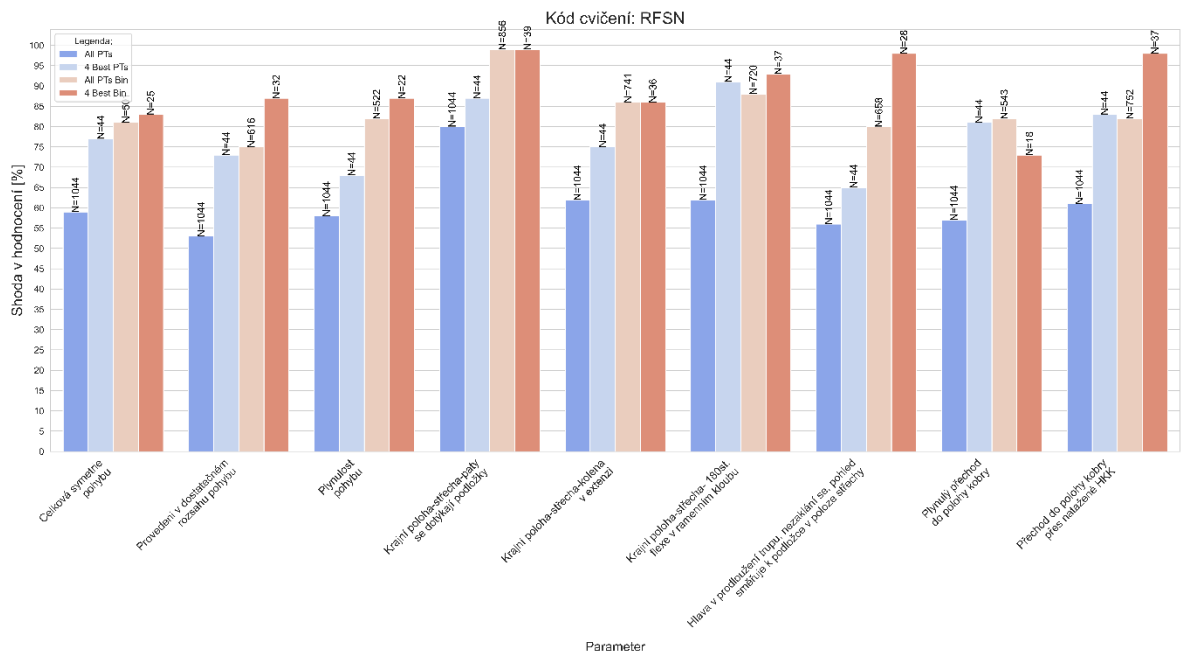
Graf 5- Otevírání hrudníku



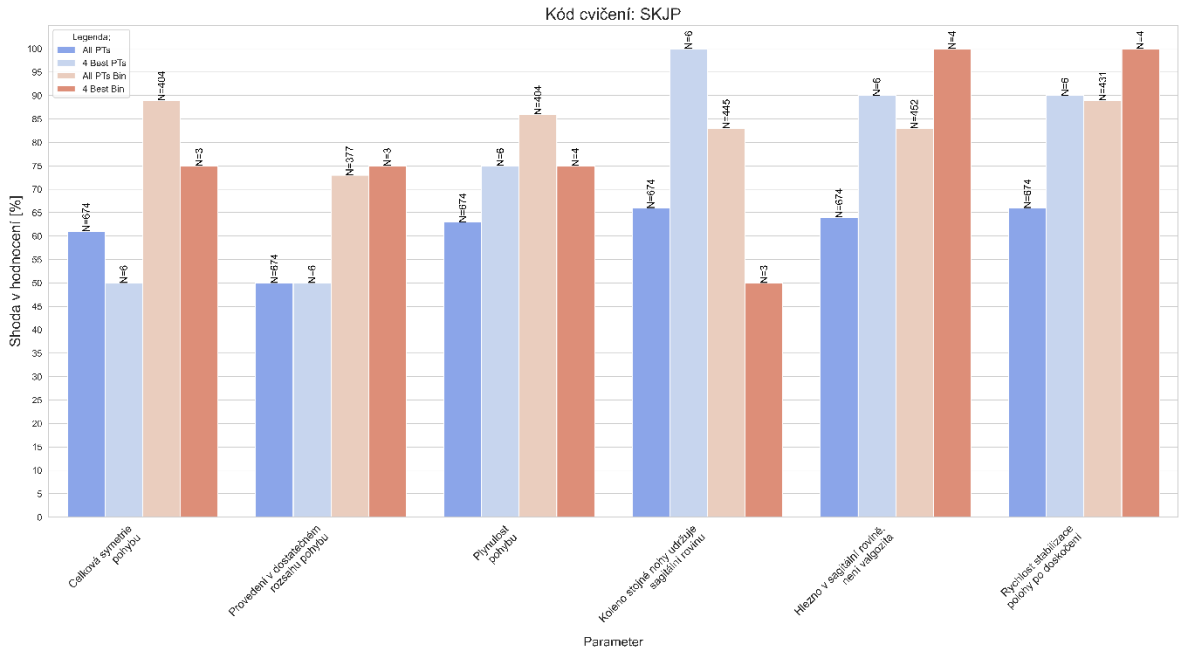
Graf 6-Lezec/Climber



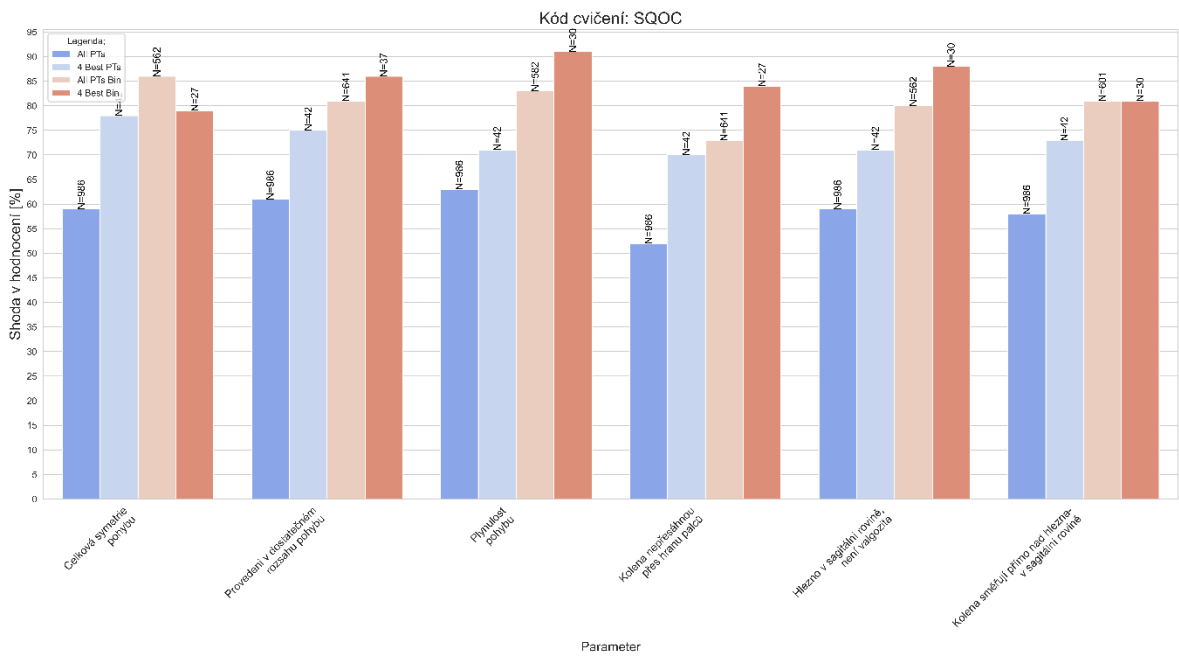
Graf 7-Plank na míči



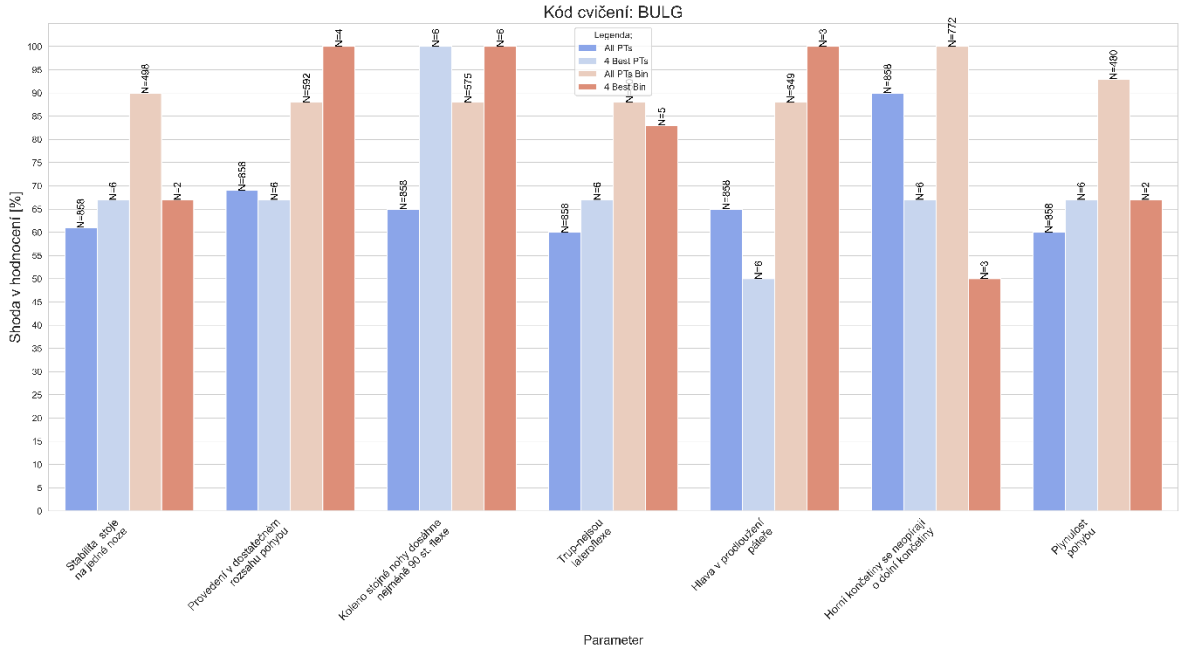
Graf 8-Jógová pozice pes hlavou nahoru a dolů, nebo li Střecha/kobra



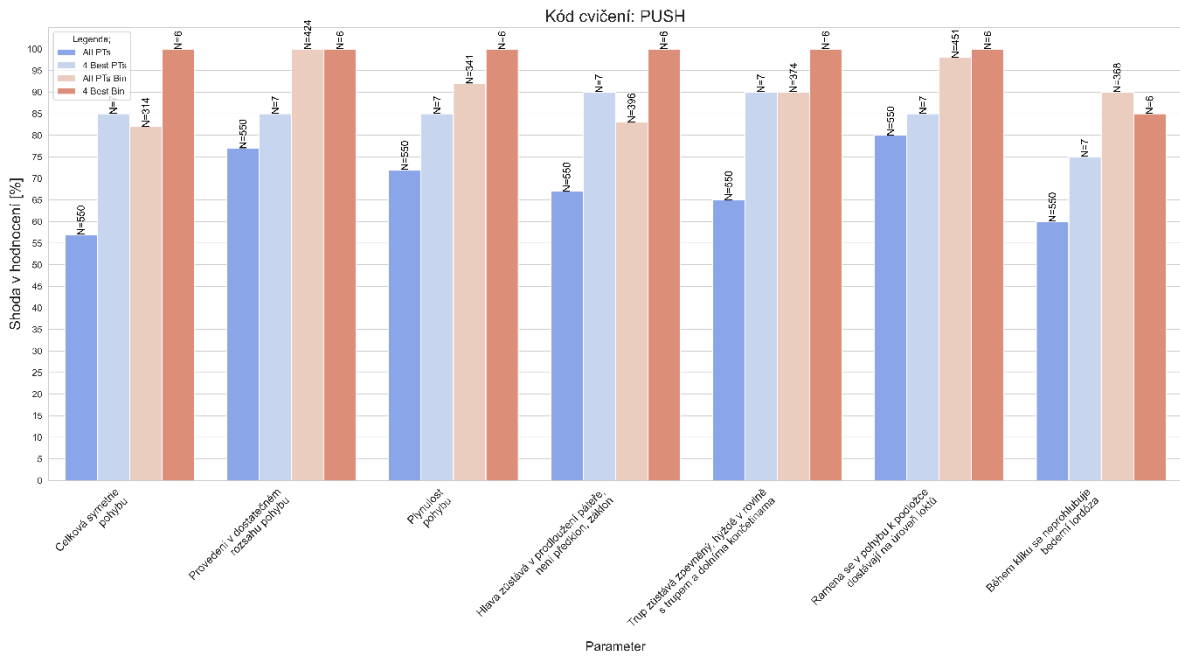
Graf 9-Lyžař-přeskoky



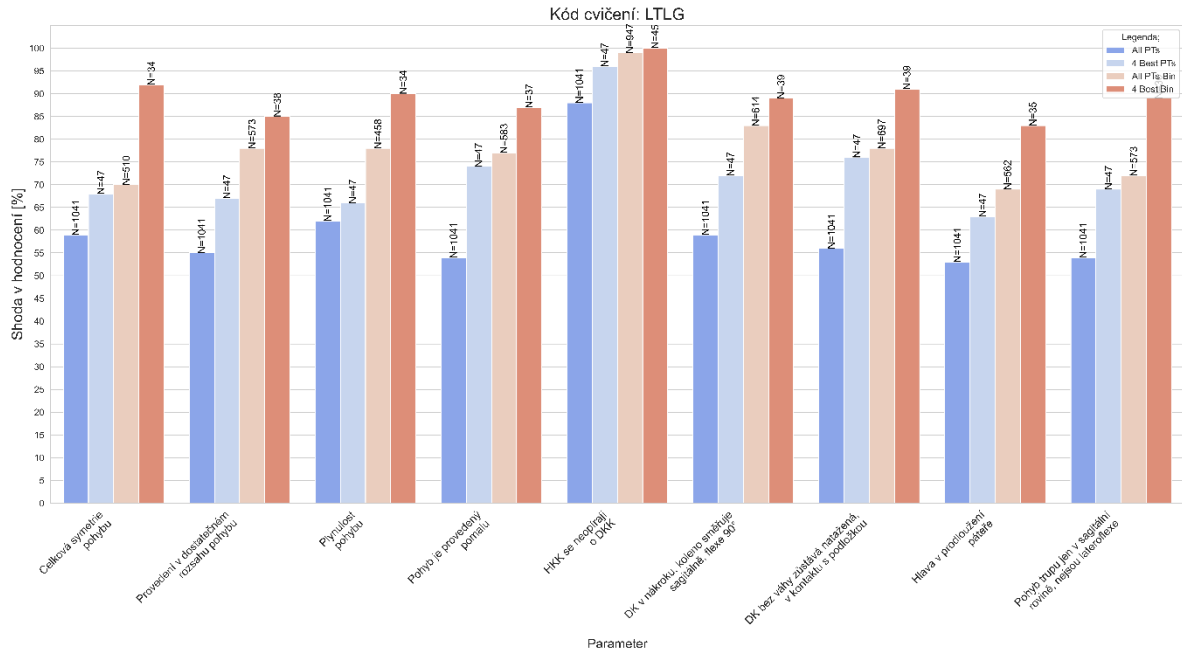
Graf 10-Dřep na balanční čáře



Graf 11-Bulharský dřep



Graf 12-Klik



Graf 13-Boční výpad

6.1.4 H4- Výběr parametrů s nejvyšší a nejnižší mírou shody

Nejvyšší míru shody dosáhly tyto parametry:

- Horní končetiny se neopírají o dolní končetiny
Se shodou v hodnocení 90 procent
- HKK se neopírají o DKK-hodnoceno
Se shodou v hodnocení 88 procent

Nejnižší míru shody dosáhly tyto parametry:

- Kolena nepřesáhnou přes hranici palců- shoda v 51 procentech
- V pohybu je pohybující se HK s loktem v extenzi v 50 procentech

Výsledky-Příloha 3

Nepotvrdila se hypotéza, že nejmenší míru shody budou mít parametry nespecifické

Tyto výsledky ale poukazují na to, že lepší shodu hodnocení mají parametry, kde není ponechán prostor fantazii a daný parameter buď platí, nebo ne. Posuzujeme zde hodnocení v základní 3 stupňové škále.

6.1.5 H5-Porovnání shody v hodnocení v nespecifických a specifických parametrech

Nebyl zjištěn signifikantní rozdíl ve shode v hodnocení ve specifických a nespecifických parametrech, kde u nespecifických byla celková shoda 83,84 procenta- u celkového počtu 25 parametrů a u specifických byla tato shoda jen o málo, ale insignifikantně vyšší- 84,12 procenta u celkového počtu 40 specifických parametrů. Výsledky v Příloze 3, s následným výběrem a propočtem pro specifické a nespecifické parametry. Uvažovalo se zde v rámci základního 3-stupňového hodnocení.

Tento rozdíl se nepotvrdil ani u duplicitně hodnocených parametrů, v rámci vyhodnocování Intra Rater reliability mezi hodnotiteli při jejich opakovaném hodnocení.

Tabulku není možné uvést pro velkou kvanitu zpracovaných dat.

6.1.6 H6- Porovnání hodnocení v závislosti na délce praxe:

Rozdíl v hodnocení v závislosti na délce praxe: V této hypotéze se potvrdila vyšší shoda u hodnotitelů s délkou praxe v oboru více, než 5 let. U každého cviku a parametru byla stanovena hodnota Fleiss Kappa, na základě kterého se vyhodnotila celková shoda v hodnocení pro obě skupiny a pro 3 stupňové hodnocení daných parametrů. Pro expertní skupinu hodnotitelů, bylo Kappa stanoveno na 0,63, naproti ostatním hodnotitelům, s délkou praxe menší než 5 let, kde byla hodnota Kappa jenom 0,23. U hodnotitelů s větší délkou praxe je shoda v pásmu tzv. “Substantial agreement”, kdežto u ostatních hodnotitelů jde jenom o nižší stupeň shody-“Fair agreement”

Kappa	CHOP	CLMB	LTLG	PLTO	PUSH	RFSN	SKJP	SQOC	BULG	Overall Kappa
All-3 scale	0,22	0,22	0,20	0,18	0,33	0,24	0,23	0,20	0,33	0,23
Exp-3 scale	0,63	0,68	0,54	0,54	0,76	0,6	0,6	0,58	0,77	0,63

Table 5-Porovnání Fleiss kappa dle délky praxe

Hladina významnosti v hodnocení byla dále stanovena pro rozdíly v hodnocení hodnotiteli s delší praxí a ostatními hodnotiteli po stanovení normality rozložení dat hodnocení pro každé cvičení, na základě čeho bylo určeno, jestli bude použit parametrický párový T-test, nebo neparametrický Mann-Whitney-U test. Po všechny cviky a parametry byla stanovena hodnota p- tedy hladina významnosti v hodnocení vzhledem k jednotlivým parametrům. Není zde signifikantní rozdíl u všech parametrů, což může být předmětem dalšího zkoumání. Uvažovalo se zde v základním 3-stupňovém hodnocení.

Výsledky uvádíme v následujících tabulkách:

	Normality Test A Statistic	Normality Test AP-Value	Normality Test B Statistic	Normality Test BP-Value	Selected Test	Test P-Value	Is Significant
SQOC parametry							
Celková symetrie pohybu	0.766	0.001	0.846	0.02	Mann-Whitney	0.013	TRUE
Dostatečný rozsah pohybu	0.879	0.046	0.853	0.024	Mann-Whitney	0.05	TRUE
Plynulost pohybu	0.772	0.001	0.874	0.048	Mann-Whitney	0.26	FALSE
Kolena nepřesáhnou přes hranu palců	0.8	0.003	0.901	0.117	Mann-Whitney	0.01	TRUE
Hlezno v sagitální rovině, není valgozita/ varozita	0.827	0.008	0.803	0.005	Mann-Whitney	0.05	TRUE
Kolena směřují přímo nad hlezna - v sagitální rovině	0.861	0.025	0.83	0.012	Mann-Whitney	0.12	FALSE

Table 6-P hodnoty SQOC

PLTO Parameter	Normality Test A Statistic	Normality Test AP-Value	Normality Test B Statistic	Normality Test BP-Value	Selected Test	Test P-Value	Is Significant
Celková symetrie pohybu	0.826	0.006	0.872	0.03	Mann-Whitney	0.012	TRUE
Provedení v dostatečném rozsahu pohybu	0.897	0.073	0.856	0.016	Mann-Whitney	0.013	TRUE
Plynulost pohybu	0.728	0.001	0.881	0.041	Mann-Whitney	0.08	FALSE
Hlava zůstává v prodloužení páteře, není předklon, záklon	0.856	0.016	0.901	0.086	Mann-Whitney	0.177	FALSE
Trup zůstává zpevněný, hýždě v rovině s trupem a DK	0.727	0.001	0.892	0.061	Mann-Whitney	0.169	FALSE

Table 7-P hodnoty PLTO

RFSN-Parametry	Normality Test A Statistic	Normality Test AP-Value	Normality Test B Statistic	Normality Test BP-Value	Selected Test	Test P-Value	Is Significant
Celková symetrie pohybu	0.629	0.004	0.812	0.005	Mann-Whitney	0.022	TRUE
Provedení v dostatečném rozsahu pohybu	0.814	0.004	0.848	0.016	Mann-Whitney	0.026	TRUE
Plynulost pohybu	0.743	0.001	0.844	0.014	Mann-Whitney	0.127	FALSE
Krajní poloha-střecha-patyse dotýkají podložky	0.83	0.007	0.726	0	Mann-Whitney	0.103	FALSE
Krajní poloha-střecha-kolena vextenzi	0.918	0.162	0.817	0.006	Mann-Whitney	0.145	FALSE
Krajní poloha-střecha- 180st. flexe vramenním kloubu	0.839	0.009	0.603	2.744	Mann-Whitney	0.005	TRUE
Hlava vprodložení trupu, nezakláni se, pohled směruje k podložce vpoloze střechy	0.835	0.008	0.792	0.002	Mann-Whitney	0.15	TRUE
Plynulýpřechod do polohykobry	0.675	0.015	0.793	0.003	Mann-Whitney	0.001	TRUE
Přechod do polohykobrypřes natažené HKK	0.874	0.032	0.758	0.001	Mann-Whitney	0.004	TRUE

Table 8 -P hodnoty RFSN

BULGParameter	Normality Test A Statistic	Normality Test AP-Value	Normality Test B Statistic	Normality Test BP-Value	Selected Test	Test P-Value	Is Significant
Stabilita stoje na jedné noze	0.882	0.197	0.75	0.0	Mann-Whitney	0.914	FALSE
Provedení v dostatečném rozsahu pohybu	0.919	0.424	0.75	0.75	Mann-Whitney	0.673	FALSE
Koleno stojné nohy dosáhne nejméně 90 st. flexe	0.891	0.239	1.0	1.0	T-test	0.003	TRUE
Trup-nejsou lateroflexe	0.77	0.013	0.75	0.75	Mann-Whitney	0.78	FALSE
Hlava vprodložení páteře	0.799	0.028	1.0	1.0	Mann-Whitney	0.115	TRUE
Horní končetiny se neopírají o dolní končetiny	0.732	0.005	0.75	0.75	Mann-Whitney	0.37	FALSE
Plynulost pohybu	0.77	0.013	0.75	0.75	Mann-Whitney	0.212	FALSE

Table 9- P hodnoty BULG

CHOP-Parametry	Normality Test A Statistic	Normality Test AP-Value	Normality Test B Statistic	Normality Test BP-Value	Selected Test	Test P-Value	Is Significant
Vhodné oblečení pro hodnocení	0.736	0.001	0.858	0.011	Mann-Whitney	0.02	TRUE
Celková kvalita pohybu	0.87	0.018	0.838	0.005	Mann-Whitney	0.01	TRUE
Provedení v dostatečném rozsahu pohybu	0.846	0.007	0.811	0.002	Mann-Whitney	0.02	TRUE
Plynulost pohybu	0.84	0.006	0.838	0.005	Mann-Whitney	0.01	TRUE
Kolena a kyčle ve flexi 90 stupňů	0.876	0.022	0.798	0.001	Mann-Whitney	0.016	TRUE
Vě výchozí poloze-Hlava vprodložení páteře	0.787	0.001	0.81	0.002	Mann-Whitney	0.318	FALSE
Vě výchozí poloze-páteř s fyziologickou křivkou	0.862	0.013	0.769	0.001	Mann-Whitney	0.26	FALSE
Vpohybu je pohybující se HKs loktem vextenzi	0.816	0.002	0.85	0.008	Mann-Whitney	0.001	TRUE
Vkoncové poloze-Rameno se dotkne země	0.931	0.208	0.81	0.002	Mann-Whitney	0.1	FALSE
Hlava rotuje za pohybující se HK	0.865	0.015	0.8459	0.007	Mann-Whitney	0.028	TRUE

Table 10- P hodnoty CHOP

LTLG-Parametry	Normality Test A Statistic	Normality Test AP-Value	Normality Test B Statistic	Normality Test BP-Value	Selected Test	Test P-Value	Is Significant
Celková symetrie pohybu	0.634	0.125	0.91	0.12	Mann-Wh	0.19	FALSE
Provedení v dostatečném rozsahu pohybu	0.775	0.001	0.897	0.073	Mann-Wh	0.08	FALSE
Plynulost pohybu	0.872	0.029	0.886	0.049	Mann-Wh	0.72	FALSE
Pohyb je provedený pomalu	0.597	1.52	0.819	0.004	Mann-Wh	0.004	TRUE
HKK se neopírají o DKK	0.718	0.001	0.514	2.81	Mann-Wh	0.001	TRUE
DK v nároku, koleno směřuje sagitálně, flexe 90°	0.882	0.042	0.853	0.015	Mann-Wh	0.03	TRUE
DK bez váhy zůstává natažená, v kontaktu s podložkou	0.885	0.047	0.844	0.011	Mann-Wh	0.005	TRUE
Hlava v prodloužení páteře	0.849	0.013	0.853	0.015	Mann-Wh	0.08	FALSE
Pohyb trupu jen v sagitální rovině, nejsou lateroflexe	0.710	0.001	0.846	0.012	Mann-Wh	0.005	TRUE

Table 11- P hodnoty LTLG

CLMB-Parametry	Normality Test A Statistic	Normality Test AP-Value	Normality Test B Statistic	Normality Test BP-Value	Selected Test	Test P-Value	Is Significant
Celková symetrie pohybu	0.801	0.001	0.83	0.004	Mann-Whitney	0.027	FALSE
Provedení v dostatečném rozsahu pohybu	0.896	0.049	0.851	0.009	Mann-Whitney	0.15	FALSE
Plynulost pohybu	0.907	0.076	0.812	0.002	Mann-Whitney	0.06	FALSE
Trup zůstává zpevněný hýždě v rovině s páteří	0.876	0.023	0.812	0.002	Mann-Whitney	0.0075	TRUE
Hlava v prodloužení páteře	0.888	0.036	0.827	0.003	Mann-Whitney	0.013	TRUE
Kolena obou dolních končetin směřují v pohybu výhradně vpřed	0.829	0.004	0.802	0.001	Mann-Whitney	0.001	TRUE
V kyčelním kloubu se neodehrává rotace	0.779	0.001	0.766	0.001	Mann-Whitney	0.001	TRUE

Table 12- P hodnoty CLMB

Stanovená P hodnota pro jednotlivé parametry ukazuje, že opravdu vysoký rozdíl v hodnocení zkušených odborníků (zahrnující všechny 3 stupně hodnocení daného parametru), je pozorována ve větším počtu parametrů. Celkově se lepší shoda hodnocení odborníky potvrzuje i dle deskriptivní statistiky, tedy srovnáním procent shody hodnocení, dle již výše uvedených grafů, nebo dle srovnání celkové kappa hodnoty v Tabulce 3, nebo 5.

Pro cvičení s kódem SKJP-Lyžař a PUSH-klik, jsme nedosáhli potřebného počtu zhodnocení zkušenou skupinou hodnotitelů, tudíž P-hodnota nemohla být vypočtena.

7 DISKUZE

Narůstající populace, prodlužující se doba dožití a vliv prostředí a životního stylu na naše zdraví v posledních 30 letech výrazně zvyšuje poptávku po zdravotnických službách. Tato diplomová práce se zaměřila a částečně otestovala možnosti Telerehabilitace z pohledu vzdálené kontroly pohybu, cvičení, nebo jiné pohybové aktivity pacientů. Prozkoumala možnosti vzdálené monitorace, jak zdravotnickými přístroji, za pomoci kinematické analýzy a snímačů pohybu, nebo funkcí, nebo prostřednictvím webových platforem pro rehabilitaci a fitness.

Teoretická část prozkoumala aktuálně provedená a přístupná klinická hodnocení analýzy pohybu vzdáleně, pomocí medií, jako videozáznam, fotografie, nebo online přenosy, které hodnotili objektivitu hodnocení, nebo analýzu pohybu. Nalezených klinických studií není mnoho, zahrnují malé množství hodnotitelů, nebo jsou omezeny na jednoduché pohyby v kloubech, výkonnost, bez hodnocení kvality, nebo neporovnávají hodnocení hodnotitelů mezi sebou. Pro nedostatek zdrojů- studií, nebo důkazů na co nejvíc podobné téma, jako je téma DP, uvádím ale i tyto studie. To současně vede k nižšímu počtu použité literatury a zdrojů. Na základě toho byla formovaná myšlenka diplomové práce, stanovit objektivitu hodnocení na základě srovnání se největšího počtu vzdáleného hodnocení odborníky v oboru.

Praktická část- výběr probandů a hodnotitelů.: V praktické části jsme narazili na limity hodnocení ve smyslu práce s lidmi, kde pro tento výzkum bylo nutné sehnat co největší počet lidí, jak probandů, tak hodnotitelů. Pro obě skupiny šlo o časově náročnou záležitost a hledat a organizovat velkou skupinu lidí tak, aby bylo možné udržet časový harmonogram dle plánu bylo obtížné.

Na začátku bylo vybráno a natočeno 42 cviků, což zpětně pokládáme za zbytečné. Pro úsporu času jsme mohli od začátku pracovat jenom s deseti cviky a získat tak ještě větší soubor do fáze hodnocení správnosti provedení.

Ve výběru hodnotitelů jsme narazili na obtížnou situaci, kde bylo náročné pro daný výzkum náborovat zkušenější odborníky v oboru fyzioterapie, rehabilitace, nebo sportu, z důvodu jejich časového vytížení. Těchto odborníků jsme nabrali 7, z nichž jenom 4 ohodnotili dostatečný počet videí a byli vybráni do dalšího hodnocení. Zbylí 3 neohodnotili nic, nebo

maximálně 5 videí, z důvodu časového vytížení, nebo jiných povinností a z analýzy dat byli vyřazeni. Celkově byl ale počet hodnocení “expertů” nižší, než ostatních hodnotitelů, kde u některých cvičení vzniklo příliš malé množství ohodnocení touto vybranou skupinou zkušenějších hodnotitelů. Bylo by zajímavé toto hodnocení zopakovat při větší skupině zkušených odborníků a s vyšším počtem hodnocení.

Při volbě parametrů pro daná cvičení, jsme postupovali s úmyslem vytvořit soubor parametrů, kde se bude vyskytovat jak obecný popis (symetrie, plynulost), tak konkrétní hodnota (uhel 90 stupňů), parametry, které jasně stanovují dané kritérium (horní končetiny nejsou v opoře), a také parametry, které si je možné vysvětlit v závislosti na zkušenostech daného hodnotitele (vhodné oblečení).

Do porovnání a dalšího zhodnocení objektivity by bylo určitě vhodné zařadit ještě zhodnocení provedení současně s natáčením videa i tzv. “face to face” hodnocení a získat tak porovnání osobního zhodnocení vs. vzdáleného zhodnocení. Vzhledem k extenzivnímu a časově náročnému výzkumu v současném dizajnu, již toto nebylo možné přidat. Dle mého názoru je ale základní kámen celého dalšího výzkumu zjistit, jestli vůbec hodnotitelé dokážou vidět a zhodnotit pohyb na videu tak, že se shodnou mezi sebou, nebo sami se sebou. Nebo dosáhnou shody v hodnocení parametrů nad míru náhodného výběru. Bez této vědomosti nemá význam dál postoupit. Taktéž by bylo možné porovnat vzdálené hodnocení, s hodnocením pohybu softwarem.. Pro toto hodnocení zde byla původně myšlenka použít software OpenPose, který se ale v průběhu výzkumu ukázal jako nevyhovující a většinu komplexního pohybu v cvičení nedokázal zachytit a rozklíčovat. Pro toto porovnání by byla potřeba použít technicky vyspělejší nástroj, který jsme neměli k dispozici, To by mohlo být předmětem dalšího zkoumání.

V rámci zhodnocování, jsme narazili i na zpětnou vazbu některých hodnotitelů ohledně toho, že pro dané cviky existují další správné variace, což ale nebylo předmětem tohoto zkoumání. Cviky se hodnotili na základě předem nastavených pohybových parametrů, aby bylo možné vyhodnotit objektivitu hodnocení, ne celkovou správnost provedení cvičení.

Ve výsledcích jsme narazili na neočekávaný fenomén. Předpokládali jsme výrazný rozdíl v hodnocení mezi specifickými a nespecifickými parametry, kde se u specifických očekávala větší shoda. Tato studie ukázala, že tomu tak není a že i u nespecifických je možné na základě

pravděpodobně vzdělání a zkušeností vidět a ohodnotit správnost provedení, nebo kvalitu daného parametru.

Potvrdilo se, že ve většině případů se u zkušenějších hodnotitelů dostavila větší vzájemná shoda, kdy vyšla P hodnota < 0.05 u většiny parametrů pro dané cviky. Stejně jako rozdíl na základě stanoveného Fleiss kappa potvrdil vyšší shodu hodnotitelů s delší praxí.

Za nejvýznamnější faktor, který potvrzuje to, že je opravdu možné objektivně zhodnotit správnost provedení cvičení, na základě předem stanovených parametrů, považují významnou shodu hodnotitelů, při opakovaném hodnocení stejného videozáznamu. Tudíž, jestliže jsou stanoveny parametry (ideálně dobře vybrané a relevantní pro daný cvik) není problém vzdáleně z videa tyto parametry zaznamenat a určit jejich pravdivostní hodnotu.

Pro další budoucí výzkum by bylo možné použít nasbíraná data-videa a provést podobné zkoumání, stanovit parametry ve spolupráci s větší skupinou zkušených odborníků z oboru pro promítnutí zkušeností do samotného nastavení parametrů výzkumu a sledovat rozdíly ve výsledcích.

Hodnotitelům tohoto výzkumu byl posléze odeslán i dotazník, tážající se na jejich názory ohledně vzdáleného hodnocení, hodnocení aplikace, nedostatků, pozitiv, nebo i výběru parametrů, které šlo vyhodnotit dobře a které by mohly být definovány jasněji. Výsledky toho dotazování již nejsou předmětem této diplomové práce.

8 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo ověřit, zda a na základě jakých podmínek je možné objektivně hodnotit správnost provedení cvičení dle předem stanovených parametrů pro dané cvičení, vzdáleně, jenom na základě videozáznamu. A jaké jsou prediktory tohoto vzdáleného hodnocení. Výzkum probíhal ve spolupráci Fakulty Tělesné Výchovy a Sportu Univerzity Karlovy a Ústavu pro Informatiku, Robotiku a Kybernetiku ČVUT.

Studie se účastnilo 40 probandů různého povolání, nebo sportovního zázemí, se kterými bylo pořízeno celkem 1552 videonahrávek jejich cvičení-42 cviků, na základě předem natočených

instruktážních videí. Do finálního zhodnocení bylo vybráno 9 cviků a celkem 134 videonahrávek cvičení, které byly v dalším pokračování studie vyhodnocovány vybranou skupinou hodnotitelů. Tyto záznamy byly pořizovány současně na čtyřech kamerách s vysokým rozlišením.

Hodnocení provedení správnosti cviků na základě videa se účastnilo 75 hodnotitelů. Tyto cviky hodnotili ve speciálně vyvinutém webovém prostředí-aplikaci PhyEx, podle instruktáže, vzájemně k sobě zaslepeně. Na základě získaných dat a stanovených hypotéz se potvrdila poměrně vysoká shoda v posuzování cviků na základě videa, ve vícero sledovaných parametrech a pohledech. Ze zpracovaných výsledků vyplývá, že delší praxe v oboru přispívá k vyššímu procentu shody hodnocení mezi hodnotiteli. Předpoklad, že specifické parametry pro každý cvik se budou hodnotit přesněji, než ty obecné/nеспецифické, jako například celková symetrie, dostatečný rozsah pohybu a konituita pohybu, nebo-li plynulost provedení se nepotvrdil. Potvrdilo se ale, že přesně definovaný parametr se hodnotil ve vyšší shodě, než parametr, u kterého byl ponechán prostor k tomu, vysvětlit si ho i jiným způsobem. Vysoké shody hodnocení se dosáhlo i v případě opakovaného hodnocení stejného cviku tím samým hodnotitelem, což jen potvrzuje naši domněnku, že opravdu lze při určitém nastavení faktorů prostředí a parametrů- ve smyslu jejich přísného posuzování, hodnotit objektivně správnost cvičení i na základě videa. Ze získaných výsledků vyplývá fakt, že větší shoda v hodnocení je tehdy, postaví-li se hodnocení jenom ve smyslu stanovení pravdivostní hodnoty pro daný parametr, tedy je to pravda a daný požadavek cvičení splňuje, nebo není to pravda a dané cvičení konkrétní parametr, nebo požadavek nesplňuje. Při dalším posuzování možností telerehabilitace je určitě vhodné porovnat podobný výzkum ještě přidáním osobního zhodnocení a dosáhnout tak větší významnosti pro výzkum na poli telerehabilitace. Také je potřeba si uvědomit, že objektivní hodnocení tak, jak jsme ho v tomto výzkumu ověřili a dokázali, je postaveno na přísném posuzování cviků, které jsou pro tento druh hodnocení vhodné, tedy neobsahují ve velké míře žádné minimální(myšleno těžko postřehnutelné) pohyby, spolupráci cvičení a respirace a nehodnotí se zde nic, co není možné vyhodnotit vizuálně a je potřeba například palpat. Dále je nutno poznamenat, že většina cvičení se může provádět i ve vícero různých variacích, které mohou být správné, ale pro tento účel se vždy vybrala jenom jedna varianta cviku. Je určitě přínosem vědět, že se odborníci z oblasti rehabilitace, nebo sportu, dokážou ve vysoké míře vzdáleně shodnout na

jednak přesně stanovených měřítkách, ale také, že jsou schopni vzájemné shody i v obecnějších parametrech, které jsou spíše pocitové, nebo empirické.

Závěrem a shrnutím je, že pro objektivní hodnocení pomocí média, jako například video nahrávky, nebo možná další formy v budoucnu je potřeba vybírat jednoduše proveditelná cvičení, hodnocení by měli provádět odborníci s co největší délkou praxe a parametry pro hodnocení by měly být zvoleny tak, aby byly přesně definované a bylo možné určit zhodnocení jenom v podobě toho, jestli daný parameter platí, nebo neplatí.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

1. Telemedicína. *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. c2023 [cit 2. 09. 2023]. Dostupný z: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Telemedic%C3%ADna&oldid=22524908>
2. Zdravotní péče. *Český statistický úřad*. [online] 2018. [cit. 13.4.2024] Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/90635248/3302291904.pdf/58c5e28b-8c1d-4d84-9c70-9978e936aa60?version=1.5>
3. Fórum: Proč máme v Česku tolik návštěv lékaře a co s tím. *Medical Tribune* 2023 [online] vyšlo 12.12.2023 [cit 13.4.2024] Dostupné z: <https://www.tribune.cz/zdravotnictvi/forum-proc-mame-v-cesku-tolik-kontaktu-pacienta-s-lekarem-a-co-s-tim/>
4. How often did Europeans consult a doctor in 2021. *Eurostat* 2023 [online] vyšlo 29.8.2023 [cit 13.4.2024] Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230829-2>
5. Národní telemedicínské centrum. *ntmc.fnol.cz* [online] 2022. [cit. 18.8.2023]. Dostupné z: <https://ntmc.fnol.cz/>
6. WINTERS J.M. Telerehabilitation Research: Emerging Opportunities. *Annual Reviews of Biomedical Engineering*. [online] 2002, 4: 287–320 [cit. 16.8.2023] doi:[10.1146/annurev.bioeng.4.112801.121923](https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.4.112801.121923)
7. MCCUE, M., PALSBO, S. Making the business case for telemedicine: An interactive spreadsheet. *Telemedicine and eHealth* [online]. 2006 12(2), 99-106 [cit. 16.8.2023]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1089/tmj.2006.12.99>
8. SERON, P. et al. Effectiveness of Telerehabilitation in Physical Therapy: A rapid overview. *Physical Therapy* [online]. c2023 101(6), 1-18 [cit. 16.8.2023] ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:[10.1093/ptj/pzab053](https://doi.org/10.1093/ptj/pzab053)
9. CRAMER, S.C., DODAKIAN, L. Le V., et al. Efficacy of Home-Based Telerehabilitation vs In-Clinic Therapy for Adults After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol.* [online]. 2019;76(9):1079–1087. [cit. 3.9.2023] Dostupné z: doi:[10.1001/jamaneurol.2019.1604](https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.1604)

10. PIQUERAS, M., MARCO, E., COLL, M., ESCALADA, F., BALLESTER, A., CINCA, C., BELMONTE, R., & MUNIESA, J. M. Effectiveness of an interactive virtual telerehabilitation system in patients after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online] . 2013 45(4), 392–396. [cit. 3.9.2023] Dostupné z: <https://doi.org/10.2340/16501977-111>
11. NELSON, M., BOURKE, M., CROSSLEY, K., RUSSEL, T., Telerehabilitation is non- inferior to usual care following total hip replacement-a randomized controlled non- inferiority trial. *Physiotherapy* [online]. 2020, Volume 107, 19-27. [cit. 3.9.2023] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.physio.2019.06.006>
12. SCHMIDT, A. P., SANCHEZ, P. R. S., SILVA Jr., D. P., RAMOS J. G. L., & NOHAMA, P. A new pelvic muscle trainer for the treatment of urinary incontinence. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*. 2009, 105, 218–222
13. NATH, R. K., H. THAPLIVAL, A. CABAN-HOLT a S. P. MOHANTY. Machine Learning Based Solutions for Real-Time Stress Monitoring. *IEEE Consumer Electronics Magazine* [online]. 2020, 9(5), 34-41 [cit. 19.8.2023]. Dostupné z: doi:10.1109/MCE.2020.2993427
14. My Fitness Pal, s.r.o., *MyfitnessPal* [online] c2023. [cit. 19.8.2023]. Dostupné z: <https://www.myfitnesspal.com/>
15. Physitrack PLC. *Physiapp* [online] c2023. [cit. 19.8.2023]. Dostupné z: <https://www.physiapp.com/>
16. Progressive Rehab and Strength. *RehabCoach* [online] c2013. [cit. 19.8.2023] Dostupné z: <https://www.progressiverehabandstrength.com/>
17. PTPAL. *PTPal* [online] c2023. [cit. 19.8.2023] Dostupné z: <https://www.ptpal.com/about-us>
18. Physiopedia. *Physiopedia* [online] c2023. [cit. 19.8.2023] Dostupné z: <https://www.physio-pedia.com/home/>
19. Move Forward Foundation. *Moveforward* [online] c2023. [cit. 19.8.2023] Dostupné z: <https://www.moveforward.org/>
20. Mayo Foundation for Medical Education and Research (MFMER). *Mayoclinic* [online] c1998. [cit. 31.8.2023] Dostupné z: <https://www.mayoclinic.org/>
21. WebPT. *WebPT* [online] c2018. [cit. 31.8.2023] Dostupné z: <https://www.webpt.com/>

22. Youtube. Youtube [online] c. [cit. 31.8.2023] Dostupné z: <https://www.youtube.com/>
23. SOUMAR L., *Kinematická analýza* [online]. Univerzita Jana Evangelistu Purkyně v Ústí nad Labem, 2011 [cit. 16.8.2023]. Dostupné z: http://pokrok.ujep.cz/elektronicka_knihovna/Kinematicka_analyza.pdf
24. TANIAI, Y., NISHII, J. Optimality of the minimum endpoint variance model based on energy consumption. *International Congress Series*. 2006 Volume 1291, s. 101-104.
25. MACKEY, A. H., MILLER, F., WALT, S. E., WAUGH, M. C., & STOTT, N. S. Use of three-dimensional kinematic analysis following upper limb botulinum toxin A for children with hemiplegia. *European Journal of Neurology*. 2008 15(11), 1191-1198.
26. Vicon Motion System LTD. *Vicon* [online] c2016 [cit. 31.8.2023] Dostupné z: <https://www.vicon.com/>
27. Dartfish. *Dartfish* [online] c2022 [cit. 31.8.2023] Dostupné z: <https://www.dartfish.com/>
28. VisoAI. *OpenPose* [online] c2023 [cit. 31.8.2023] Dostupné z: <https://viso.ai/deep-learning/openpose/>
29. SCOTT, K.L., SKOTAK, C.M., RENFREE, K.J., Remote Assessment of Wrist Range of Motion: Inter- and Intra-Observer Agreement of Provider Estimation and Direct Measurement With Photographs and Tracings. *J Hand Surg Am*. 2019[online]44(11):954-965. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhsa.2019.05.017
30. Rehab Essentials. *Rehab Essentials* [online] 2024. cit[13.4.2024] Dostupné z: <https://rehabessentials.com/>
31. Red Dot Fitness. *Fitness Training Center San Jose - coach and trainer* [online]2024. [cit. 13.4.2024] Dostupné z: <https://www.reddotfitness.net/>
32. Recovery One. *Recovery One*. [online] 2024. cit[13.4.2024] Dostupné z: <https://recoveryone.com/>
33. Mira Rehab. *Mira rehab*. [online] 2024. cit[13.4.2024] Dostupné z: <https://www.mirarehab.com/>

34. MELISSA, T., PARKS, Z.W., KA-CHUN. S., Current Low-Cost Video-Based Motion Analysis Options for Clinical Rehabilitation: A Systematic Review. *Physical Therapy*[online].2019 Volume 99, Issue 10, Pages 1405–1425 [cit. 18.1.2024] Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz097>
35. AILY, J.B., CONTE DA SILVA, A.,DE NORONHA, M.,WHITE, D.K.,, MATTIELLO, S.M., Concurrent Validity and Reliability of Video-Based Approach to Assess Physical Function in Adults with Knee Osteoarthritis. *Physical Therapy* [online] 2024;, pzae039. [cit. 13.4.2024]Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzae039>
36. SCOTT, K. L., SKOTAK, C. M., RENFREE, K. J. Remote Assessment of Wrist Range of Motion: Inter- and Intra-Observer Agreement of Provider Estimation and Direct Measurement With Photographs and Tracings. *The Journal of hand surgery* [online] 2019. 44(11), 954–965. [cit. 12.3.2024] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2019.05.017>
37. BILIKA, P., KARAMPATSOU, N., STAVRAKAKIS, G., PALIOURAS, A., THEODORAKIS, Y., STRIMPAKOS, N., KAPRELI, E. Virtual Reality-Based Exercise Therapy for Patients with Chronic Musculoskeletal Pain: A Scoping Review. *Healthcare-Basel, Switzerland*. [online]. 2023, 11(17), 2412.[cit. 12.4.2024]Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/healthcare11172412>
38. HENSLEY, C. P., MILLICAN, D., HAMIL, N., YANG, A., LEE, J., CHANG, A. H. Video-Based Motion Analysis Use: A National Survey of Orthopedic Physical Therapists. *Physical therapy* [online] 2020, 100(10), 1759–1770. [cit. 12.3.2024] Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa125>

Seznam Příloh:

Příloha 1: Schválení Etické komise

Příloha 2: Informovaný souhlas

Příloha 3: Shoda hodnocení dle parametrů-všichni hodnotitelé-bez střední hodnoty

Příloha 4: Shoda hodnocení dle parametrů-všichni hodnotitelé-3 stupně

Příloha 5-Grafy hodnocení shody Fleiss kappa

Příloha 6- Tabulka shody v hodnocení-Fleiss kappa

Příloha 7-Seznam cviků

Příloha 8-Seznam obrázků

Příloha 9-Seznam tabulek

Příloha 10-Seznam grafů

Příloha 1

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6 – Veleslavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Telerehabilitace

Forma projektu: výzkumná práce / diplomová práce

Období realizace: srpen 2023–květen 2024

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

Předkladatel: Bc. Andrea Halková

Hlavní řešitel: Bc. Andrea Halková

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS – učebny pro praktickou výuku fyzioterapie, ČVUT CIIRC

Spoluřešitel(é): Bc. Andrea Valovičová

Konzultant: Ing. Jindřich Adolf (ČVUT)

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Tereza Nováková, PhD.

Finanční podpora: není

Popis projektu: Projekt bude zkoumat možnosti využití open source softwaru pro telerehabilitaci a jeho možnosti a omezení hodnocení kvality pohybu v porovnání s hodnocením odborníků. Cílem je dle míry shody hodnocení kvality pohybu a odborníky, v oblasti fyzioterapie, vytvořit veřejně přístupnou databázi cviků, s návodem a zpětnou vazbou ohledně správnosti cvičení pro uživatele. Na projektu je mezioborová spolupráce ČVUT a FTVS a spolupráce se studenty a odborníky v daném oboru (IT, fyzioterapie). Účastníci výzkumu po podepsání informovaného souhlasu budou předvádět vybrané cvičení, dle předloženého videonávodu, toto cvičení bude natočeno na video. Následně budou natočená videa zhodnocena jak systémem, tak odborníky z oblasti fyzioterapie. Bude se zkoumat míra shody hodnocení kvality mezi zkoumaným softwarem a odborníky v oblasti fyzioterapie. V natočených videích pro následné zhodnocení, dojde dle výběru probanda v podepsaném informovaném souhlasu k anonymizaci obličeje účastníků, pro znemožnění jejich identifikace. Cvičení bylo navrženo v spolupráci s účastnými fyzioterapeuty A.Halkové a A. Valovičové a v spolupráci s vedoucím diplomové práce PhDr. Terezou Novákovou, PhD.

Charakteristika účastníků výzkumu: Zdravá dospělá populace 18-64 let/aktivní senioři 65-90 let, kteří budou mít platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám Počet účastníků cca 100. Kontraindikace: Všechna akutní onemocnění (infekční, traumatická, zánětlivá), dekompenzovaná chronická onemocnění (interní, neurologická), probíhající onkologické onemocnění, poruchy rovnováhy, vertigo, kognitivní deficit, omezení pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu, který by mohl znemožňovat spolupráci, nespolupracující proband, dále odmítnutí účasti probandem, nebo odvolání informovaného souhlasu.

K účasti na projektu nejsou nutné specifické pohybové předpoklady. Probandy do výzkumu budou vybírat autoři projektu se zdravotnickým vzděláním, dle aktuálního zdravotního stavu, pro zajištění bezpečnosti probandů. Tito probandí budou dobrovolní účastníci z osobních zdrojů a kontaktů autorů.

Zajištění bezpečnosti: Rizika: Možným rizikem je pád, možnost úrazu při nedodržení pokynů výzkumného týmu.

Minimalizace rizik: Proband bude provádět cvičení ve volném prostoru, z dosahu předmětů, které by případně mohly způsobit zranění při pádu. Před začátkem provádění cvičební jednotky dostane proband informace o tom, že při jakýchkoli příznacích nevolnosti, závratě, nebo bolesti musí dojít k přerušení cvičební jednotky. Bude zaručeno řádné rozcvičení probanda, před zahájením samotného cvičení dle instrukcí. Po celou dobu bude přítomen odborný tým, který bude připraven řešit vzniklé komplikace. Najednou bude cvičit jeden cvičenec.

Zajištěna bude průběžná hydratace probandů. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Bezpečnost probandů proti pádu bude zajištěna výběrem vhodného cviku vzhledem k věku a pohybovým možnostem probanda a bude zajištěna autory projektu, kontrolou dodržení vhodné obuvi, zhodnocení zdravotního stavu před cvičením, instruktáží k správnému provedení cvičení. Pro seniorní populaci bude vybráno cvičení tak, aby se eliminovalo riziko pádu (cvičení na židli, v sedě, v leže).

Etické aspekty výzkumu: Projektu se nebudou účastnit představitelé vulnerabilních skupin (tj. děti, těhotné ženy, duševně nemocní, vězni, jedinci z málo rozvinutých komunit). Přínosem pro probandy bude vytvořená cvičební jednotka, kterou mohou aplikovat při domácím cvičení.

Potenciální střet zájmů: Řešitelé nejsou ve střetu zájmů a nemají pracovněprávní vztah vzhledem k FTVS ani ČVUT. Systém Opepose vytvořil tým ČVUT, u softwaru nebudeme hodnotit nic. My se jenom spolupodílíme na vytvoření série cviků a definování parametrů, jak ty cviky mají být správně provedeny. K tomu softwaru nemáme přístup a přímo s ním nepracujeme. Natočené cviky budou hodnoceny odborníky - z řad oslovených fyzioterapeutů - například kolegů, nebo vyučujících na katedře fyzioterapie, nebo studentů magisterského oboru fyzioterapie FTVS. Tito budou hodnotit na základě stanovených parametrů, jestli provedení tyto parametry splňuje, nebo nesplňuje. Software bude zjišťovat to samé. Hodnotit se bude míra shody mezi lidským a IT hodnotitelem. Jde o to, stanovit, jestli je vůbec program schopem rozpoznat správné provedení cviků u cvičících před obrazovkou a poskytnout objektivní zpětnou vazbu. Ve vztahu k hodnotitelům zde není žádná podřízená, nadřízená vzájemná pozice. Jejich vztah je čistě neutrální, jsou to nezávislí hodnotitelé. Jedná se o čistě vědeckou práci, která nemá žádného zadavatele. Předkladatel ani žádný člen výzkumného týmu nemá soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Osobní údaje budou získávány pomocí dotazníku, budou zahrnovat: věk, pohlaví, fyzické parametry, základní anamnestické údaje, data získaná výše uvedenými metodami. Data budou bezpečně uchována na Google platformě, zajištěné heslem, v anonymizované podobě. Možnost práce s daty mají řešitelé tématu, spoluřešitelé, konzultant a vedoucí prací. Uvědomuji si, že text je anonymizovaný, pokud neobsahuje jakékoli informace, které jednotlivě nebo ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní údaje, které by vedly k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizovány. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Uchování anonymizovaných dat není časově omezeno, z důvodu využití dat k další možné vědecké činnosti.

Požíování fotografií/video nahrávek účastníků: Pro potřeby výzkumu budou pořizovány video nahrávky probandů. Vídea budou po natočení anonymizována rozmazáním obličeje. K anonymizovaným video záznamům budou mít přístup: řešitel tohoto tématu, spoluřešitelé, konzultant a vedoucí práce. Vídea budou zaslána odborníkům k hodnocení bez osobních údajů a v anonymizované formě – anonymizace proběhne do 1 týdne po pořízení videa. Uchování videí bude probíhat v anonymizované formě na Google platformě zajištěné heslem. Uchování videí není časově omezeno. Přímo v diplomové práci nebudou použita žádné fotografie ani videa. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): přiložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 4. 8. 2023

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 028/2023

dne: 9. 8. 2023

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

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

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

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 2

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 88/2023

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem Telerehabilitace prováděné na ČVUT CIIRC.

Projekt bude probíhat v období: srpen 2023–květen 2024

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

Projekt není financován.

Primárním cílem výzkumného projektu je stanovit, rozdíl v hodnocení pohybového programu, nebo cvičení softwarem OpenPose a týmem odborníků v oboru fyzioterapie a stanovit, jestli je možné aplikaci OpenPose použít pro vytvoření databázi cviků pro další použití. Sekundárním cílem je vytvořit pilotní databázi cviků se zpětnou vazbou softwaru v reálném čase pro korigování správného provedení cvičení.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Budete se účastnit pohybového programu, kdy Vaším úkolem bude provést zadanou **cvičební jednotku**, ze které bude pořízeno video záznam vašeho provedení. Před samotným provedením cviku Vám bude ukázáno instruktážní video s popisem a dále slovně upřesněno co a v jakém rozsahu (počtu opakování) budete provádět. Vše se bude odehrávat v prostorách ČVUT CIIRS.

Časová náročnost pro účastníka: 60 minut. Natáčení bude probíhat pouze jednou.

Před samotným cvičením vyplníte dotazník, který slouží k získání Vašich základních anamnestických dat. Vyplnění dotazníku Vám zabere cca 10-15 minut.

Poté budete provádět danou cvičební jednotku, nebo samotný cvik, dle Vašich schopností, která se bude natáčet na video a dále se bude zpracovávat a hodnotit pomocí systému Openpose a vybraným týmem odborníků v oblasti fyzioterapie. Tyto dvě hodnocení se následně budou porovnávat.

Projektu se nemohou účastnit osoby s akutním onemocněním (infekčním, traumatickým, zánětlivým), osoby trpící dekompenzovaným onemocněním (interním, neurologickým), probíhajícím onkologickým onemocněním, osoby s kognitivním deficitem, nebo osoby, omezení pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu které nebudou spolupracovat s výzkumným týmem dle jeho zadání.-

Možným rizikem výzkumného projektu je pád, možnost úrazu, pokud nebudou dodrženy pokyny výzkumného týmu. Dále změna hemodynamických parametřů s možnými poruchami vědomí, rovnovážných funkcí. Cvičební jednotku budete provádět ve volném prostoru, mimo dosah předmětů, které by mohly způsobit Vaše zranění. Budete instruován/a k okamžitému přerušení cvičební jednotky v případě příznaků nevolnosti, nebo bolesti spojené s prováděnými pohybovými úkony. Výše popsané nepohodlí bude kompenzováno přestávkami.

Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost probandů proti pádu bude zajištěna výběrem vhodného cviku vzhledem k věku a pohybovým možnostem probanda a bude zajištěna autory projektu, kontrolou dodržení vhodné obuvi, zhodnocení zdravotního stavu před cvičením, instruktáží k správnému provedení cvičení. Pro seniorní populaci bude vybráno cvičení tak, aby se eliminovalo riziko pádu (cvičení na židli, v sedě, v leže).

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude zásoba cviků, které můžete aplikovat při domácím cvičení.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Osobní údaje budou získávány pomocí dotazníku, budou zahrnovat: věk, pohlaví, fyzické parametry, základní anamnestické údaje, data získaná výše uvedenými metodami. Data budou bezpečně uchována na Google platformě, zajištěné heslem, v anonymizované podobě. Možnost práce s daty mají řešitelé tématu, spoluřešitelé, konzultant a vedoucí prací. Uvědomuji si, že text je anonymizovaný, pokud neobsahuje jakékoli informace, které jednotlivě nebo ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní údaje, které by vedly k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizovány. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Uchování anonymizovaných dat není časově omezeno, z důvodu využití dat k další možné vědecké činnosti.

Pro potřeby výzkumu budou pořizovány **video nahrávky** probandů. Videá budou po natočení anonymizována rozmazáním obličeje. K anonymizovaným video záznamům budou mít přístup: řešitel tohoto tématu, spoluřešitelé, konzultant, vedoucí práce a hodnotící tým odborníků. Anonymizací videa bude zachováno skrytí identity účastníků cvičení – anonymizace proběhne do 1 týdne po pořízení videa. Uchování videí bude probíhat v anonymizované formě na Google platformě zajištěné heslem. Uchování videí není časově omezeno. Přímo v diplomové práci nebudou použita žádné neanonymizované fotografie, nebo videa.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na mailu: ahalkova@its.jnj.com

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Andrea Halková

Jméno a příjmení spoluřešitelky: Bc. Andrea Valovičová

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku od odborného lékaře bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám.**

Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

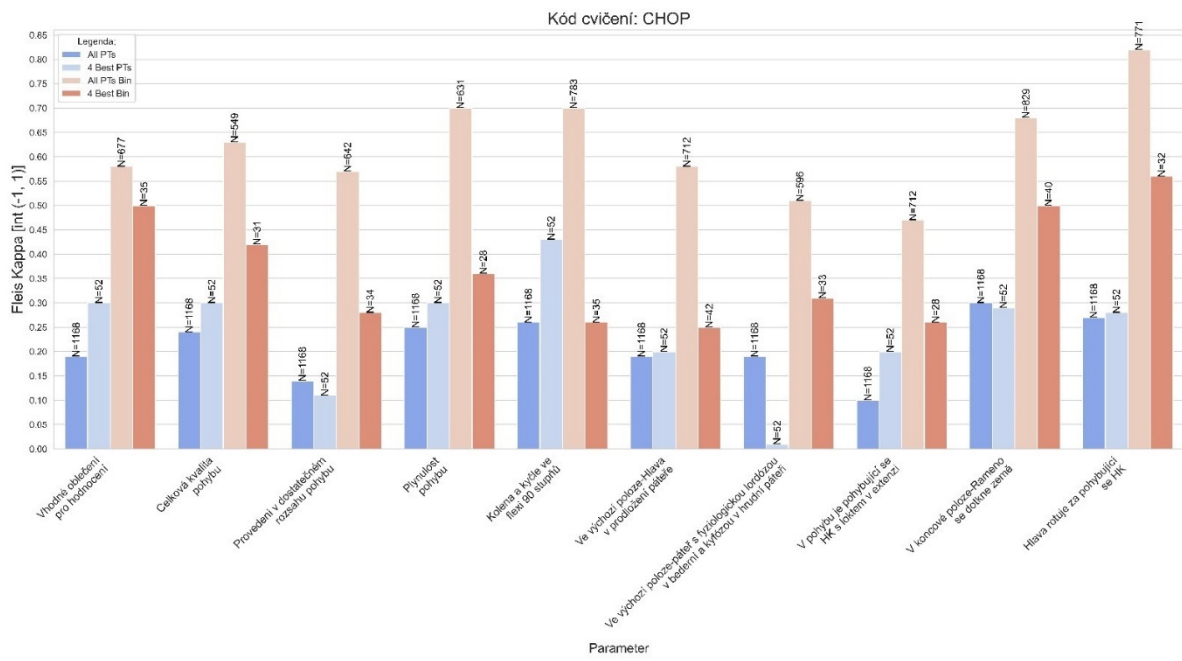
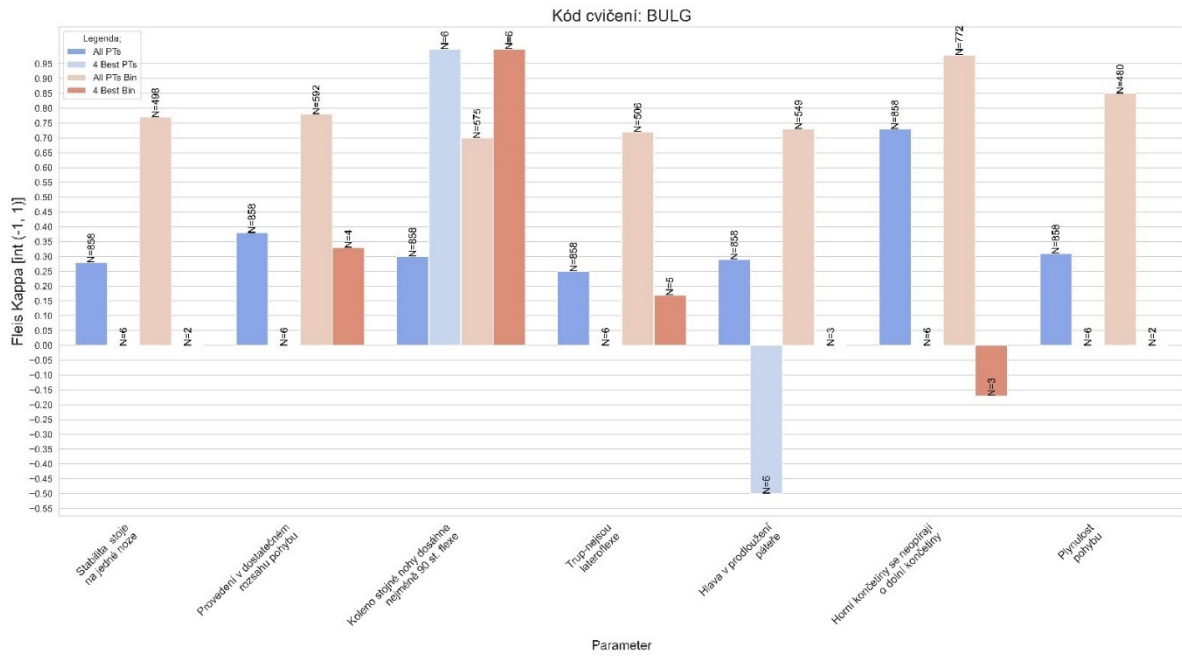
Příloha 3- Shoda hodnocení dle parametrů-všichni hodnotitelé-bez střední hodnoty

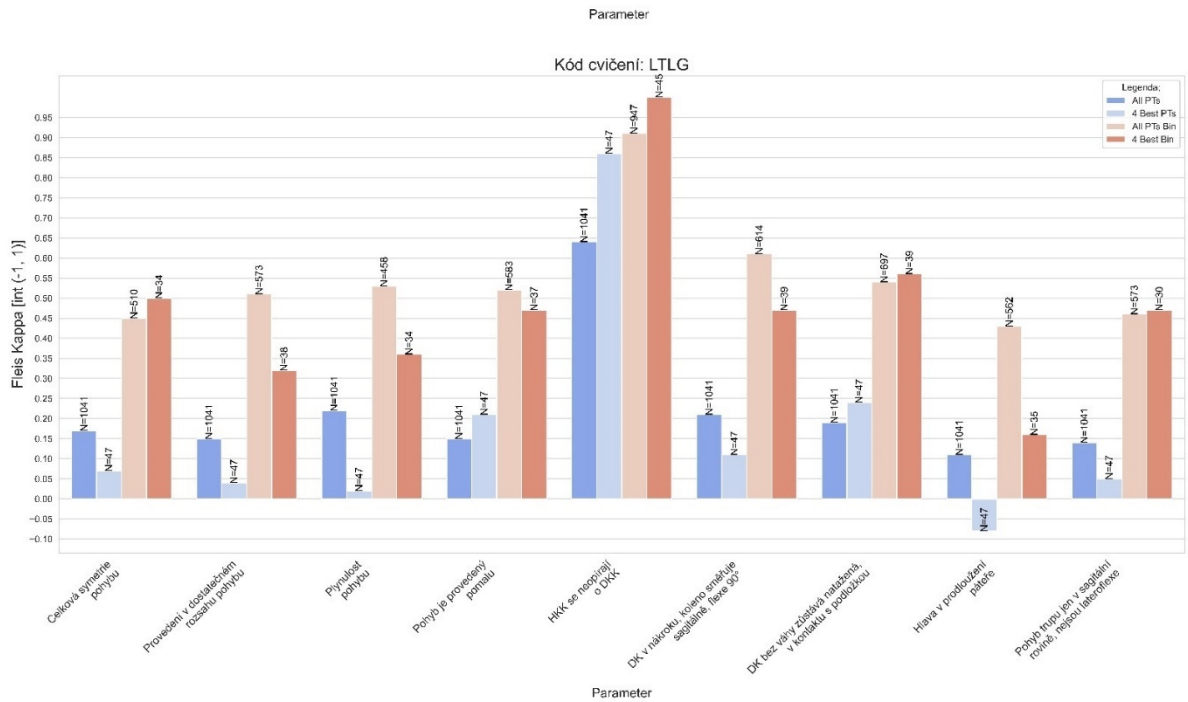
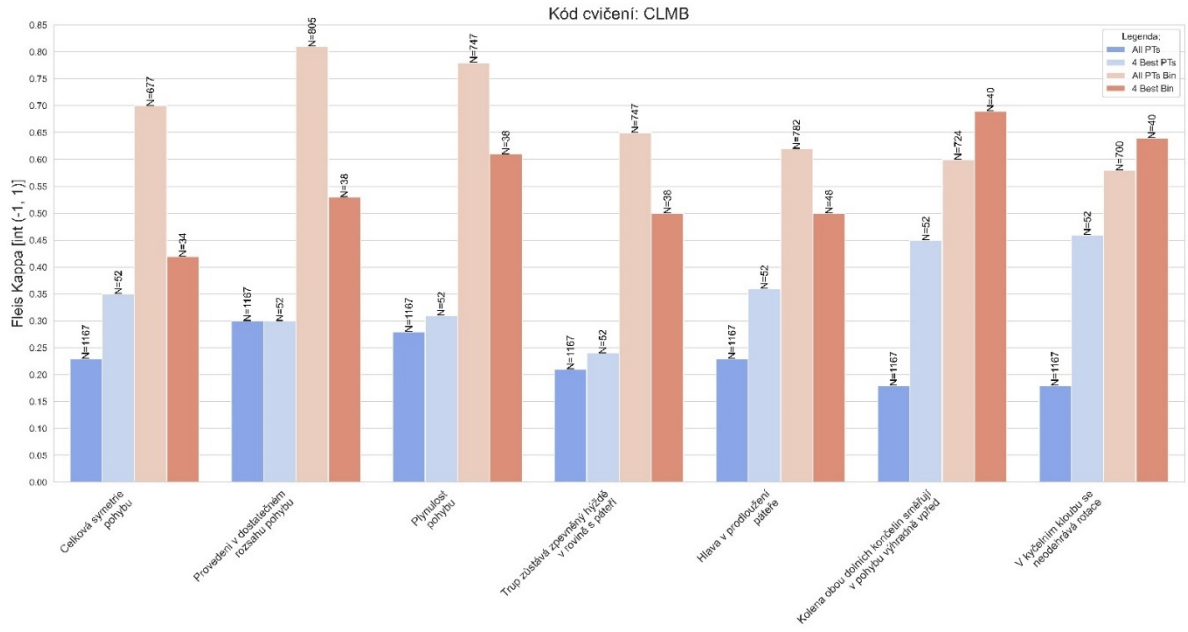
Exercise	Parameter	Average
BULG	Horní končetiny se neopírají o dolní končetiny/ Upper limbs are not touching lower limbs for support	0.9
LITG	HKK se neopírají o DKK/ Hands are not touching legs in anyway	0.88
RFSN	Krajní poloha-střecha-paty se dotýká podložky/ In final up position-heels touches ground	0.8
PUSH	Ramena se v pohybu k podložce dostávají na úroveň loktů/ In final position-shoulders are at level of elbows	0.8
PUSH	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.77
PUSH	Plynulost pohybu/ Movement continuity	0.72
BULG	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.69
PUSH	Hlava zůstává v prodloužení páteře, není předklon, záklon/ Head in spine extension	0.67
CLMB	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.66
CLMB	Plynulost pohybu/ Movement continuity	0.66
SKJP	Koleno stojné nohy udržuje sagitální rovinu/ Standing leg knee respects sagittal plane	0.66
SKJP	Rychlost stabilizace polohy po doskočení/ Position stabilisation after jump,	0.66
CHOP	V koncové poloze-Rameno se dotkne země/ In final position-shoulder touches ground	0.65
BULG	Koleno stojné nohy dosáhne nejméně 90 st, flexe/ Standing leg knee in 90 degrees in final position	0.65
BULG	Hlava v prodloužení páteře/ head in spine extension	0.65
PUSH	Trup zůstává zpevněný, hýždě v rovině s trupem a dolními končetinami/ Torso stable through movement, pelvis in line with torso and lower limbs	0.65
SKJP	Hlezno v sagitální rovině, není valgizita/varozita/ No varosity or valgosity of ankle	0.64
SQOC	Plynulost pohybu/ Movement continuity	0.63
SKJP	Plynulost pohybu/ Movement continuity	0.63
LITG	Plynulost pohybu/ Movement continuity	0.62
RFSN	Krajní poloha-střecha-kolena v extenzi/ In final up position-knees are extended	0.62
RFSN	Krajní poloha-střecha-180st, flexe v ramenním kloubu/ In final up position-shoulder joints are in 180degree flexion	0.62
CHOP	Celková kvalita pohybu/ Overall quality of movement	0.62
CHOP	Plynulost pohybu/ Movement continuity	0.62
CHOP	Kolena a kyčle ve flexi 90 stupňů/ Knees and hips in 90 degrees	0.62
RFSN	Přechod do polohy kobry přes natažené HKK/ Changing positions with elbows extended	0.61
SQOC	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.61
CHOP	Hlava rotuje za pohybující se HK/ Head is rotating, following moving hand	0.61
BULG	Stabilita - stojí na jedné noze/ Stability of one leg standing	0.61
SKJP	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	0.61
CLMB	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	0.6
CLMB	Hlava v prodloužení páteře/ Head in spine extension	0.6
BULG	Trup-nejsou lateroflexe/ Torso is not bending to sides during exercise	0.6
BULG	Plynulost pohybu/ movement continuity	0.6
PUSH	Během kliku se neprohlobuje bederní lordóza/ No hyperlordosis occurs, when push up is done,	0.6
LITG	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	0.59
LITG	DK v nároku, koleno směřuje sagitálně, flexe 90° / Standing leg-knee facing forward in 90 dg flexion	0.59
RFSN	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	0.59
SQOC	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	0.59
SQOC	Hlezno v sagitální rovině, není valgizita/varozita/ Ankle in central position-no valgosity/varosity	0.59
RFSN	Plynulost pohybu/ movement continuity	0.58
SQOC	Kolena směřují přímo nad hlezna - v sagitální rovině/ Knees are moving forward in sagittal plane	0.58
CHOP	Vhodné oblečení pro hodnocení/ Proper clothes for evaluation	0.58
CHOP	Ve výchozí poloze-Hlava v prodloužení páteře/ In starting position-head in spine extension	0.58
PLTO	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.58
CLMB	Trup zůstává zpevněný hýždě v rovině s páteří/ Pelvis-spine in line	0.58
RFSN	Plynulý přechod do polohy kobry/ Smooth transfer-changing positions	0.57
CHOP	Ve výchozí poloze-páteř s fyziologickou lordózou v bederní a kyfózou v hrudní páteři/ In starting position, spine in physiological position	0.57
PLTO	Hlava zůstává v prodloužení páteře, není předklon, záklon/ Head in spine extension	0.57
CLMB	V kyčelním kloubu se neodehrává rotace/ No rotation visible in hip joints	0.57
PUSH	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	0.57
LITG	DK bez váhy zůstává natažená, v kontaktu s podložkou/ Leg without weight stays in contact with mat	0.56
RFSN	Hlava v prodloužení trupu, nezaklání se, pohled směřuje k podložce v poloze střechy/ In final up position- head in spine extension	0.56
PLTO	Plynulost pohybu/ movement continuity	0.56
PLTO	Trup zůstává zpevněný, hýždě v rovině s trupem a dolními končetinami/ Line-torso,-pelvis-legs	0.56
LITG	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.55
CLMB	Kolena obou dolních končetin směřují v pohybu výhradně vpřed/ Knees are moving forward, not to the sides	0.55
LITG	Pohyb je provedený pomalu/ Slow execution of exercise	0.54
LITG	Pohyb trupu jen v sagitální rovině, nejsou lateroflexe/ Movement is executed in sagittal plane	0.54
PLTO	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	0.54
LITG	Hlava v prodloužení páteře/ Head in spine extension	0.53
RFSN	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.53
CHOP	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.53
SQOC	Kolena nepřesáhnou přes hranu palců/ Knees are not over edge of toes	0.52
CHOP	V pohybu je pohybující se HKs loktem v extenzi/ When moving-upper limb with extended limb	0.51
SKJP	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	0.5
	Celková shoda-průměr	0.6136

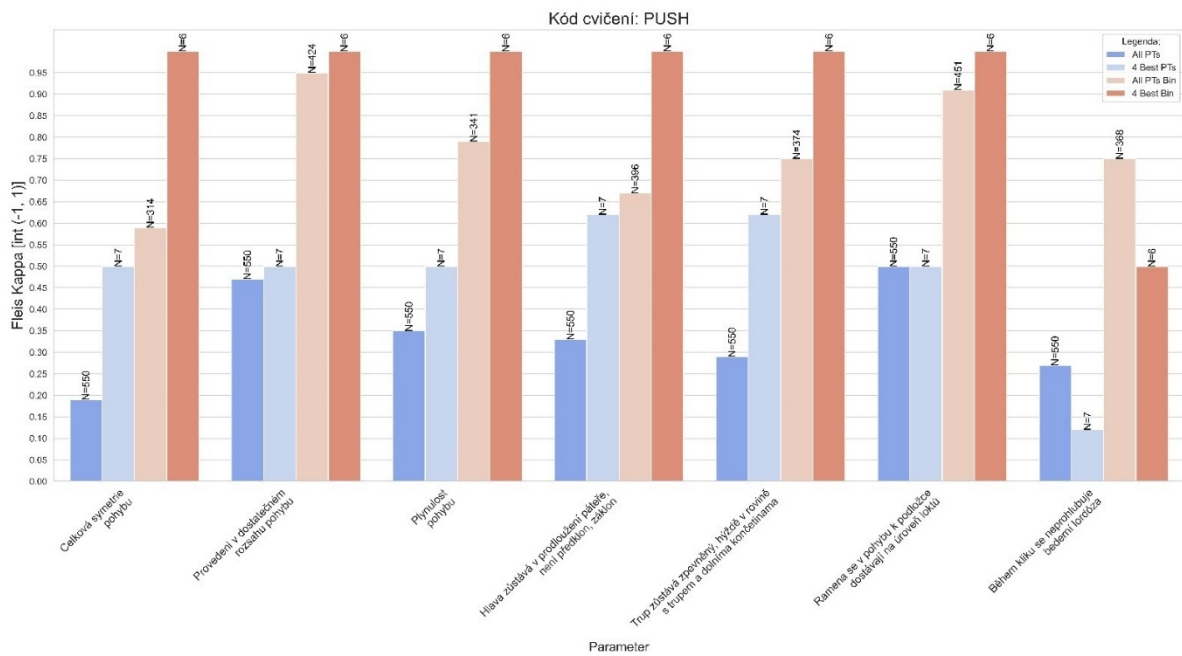
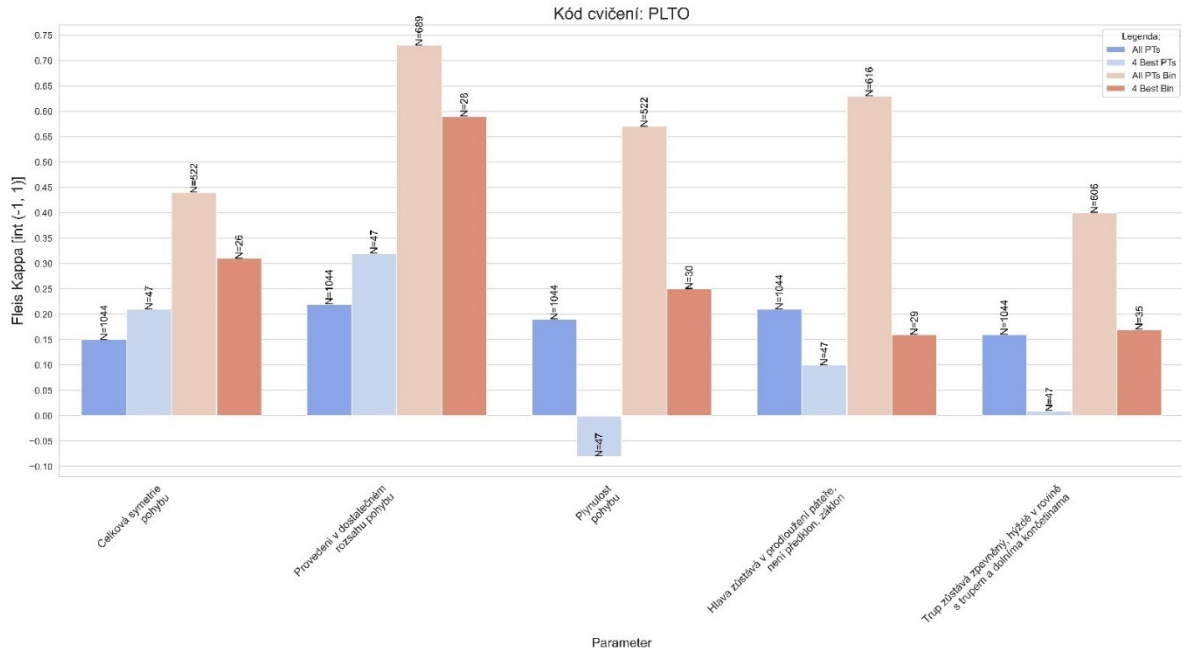
Příloha 4- Shoda hodnocení dle parametrů-všichni hodnotitelé-3 stupně

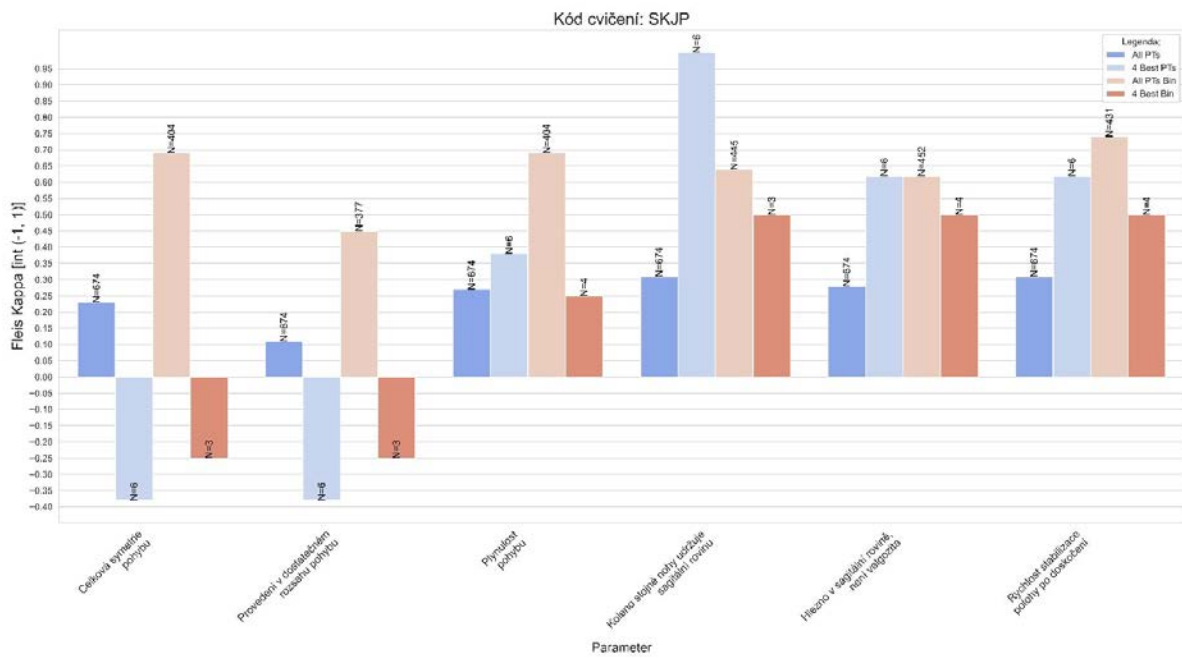
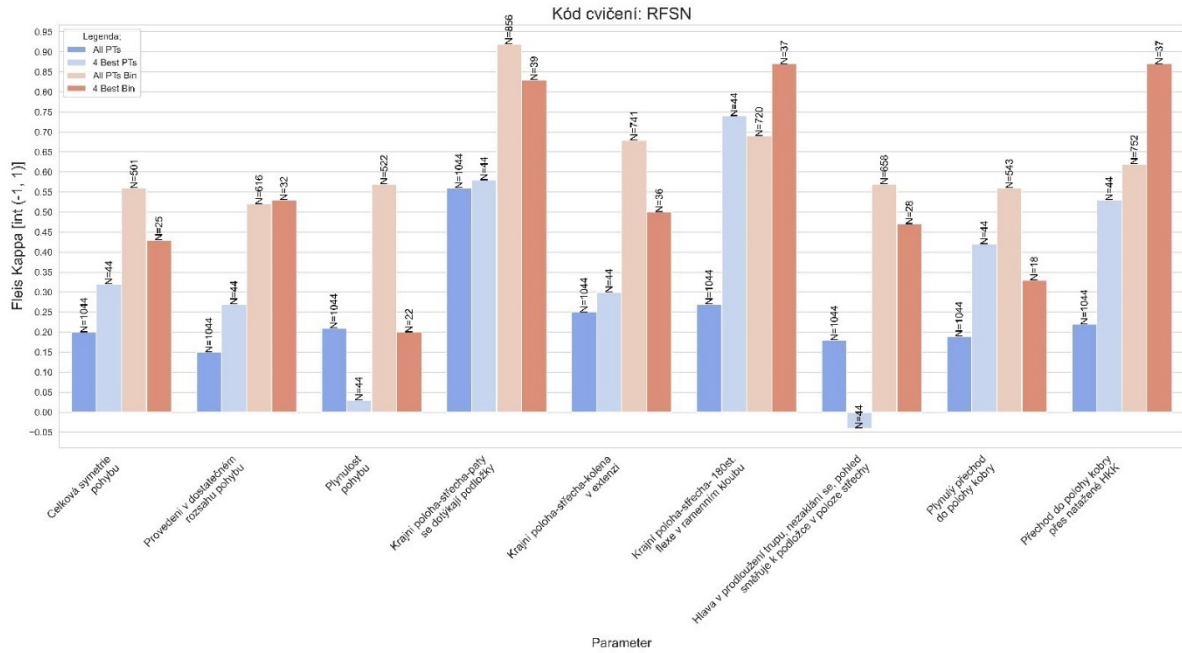
Exercise	Parameter	Average evaluation
LITG	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	70
LITG	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	78
LITG	Plynulost pohybu/ Movement continuity	78
LITG	Pohyb je provedený pomalu/ Slow execution of exercise	77
LITG	HKK se neopírají o DKK/ Hands are not touching legs in any way	99
LITG	DK v nároku, koleno směřuje sagitálně, flexe 90°/ Standing leg-knee facing forward in	83
LITG	DK bez váhy zůstává natažená, v kontaktu s podložkou/ Leg without weight stays in con	78
LITG	Hlava v prodloužení páteře/ Head in spine extension	69
LITG	Pohyb trupu jen v sagitální rovině, nejsou lateroflexe/ Movement is executed in sagitta	72
RFSN	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	81
RFSN	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	75
RFSN	Plynulost pohybu/ movement continuity	82
RFSN	Krajní poloha-střecha-paty se dotýkají podložky/ In final up position-heels touches gr	99
RFSN	Krajní poloha-střecha-kolena v extenzi/In final up position-knees are extended	86
RFSN	Krajní poloha-střecha- 180st. flexe v ramenním kloubu/ In final up position-shoulder j	88
RFSN	Hlava v prodloužení trupu, nezaklání se, pohled směřuje k podložce v poloze střechy/l	80
RFSN	Plynulý přechod do polohy kobry/ Smooth transfer-changing positions	82
RFSN	Přechod do polohy kobry přes natažené HKK/ Changing positions with elbows extende	82
SQOC	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	86
SQOC	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	81
SQOC	Plynulost pohybu/ Movement continuity	83
SQOC	Kolena nepřesáhnou přes hranu palců// Knees are not over edge of toes	73
SQOC	Hlezno v sagitální rovině, není valgizita/varozita/ Ankle in central position-no valgosit	80
SQOC	Kolena směřují přímo nad hlezna- v sagitální rovině/ Knees are moving forward in sag	81
CHOP	Vhodné oblečení pro hodnocení/ Proper clothes for evaluation	82
CHOP	Celková kvalita pohybu/Overall quality of movement	84
CHOP	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	79
CHOP	Plynulost pohybu/ Movement continuity	88
CHOP	Kolena a kyčle ve flexi 90 stupňů/ Knees and hips in 90 degrees	87
CHOP	Ve výchozí poloze-Hlava v prodloužení páteře/ In starting position-head in spine extens	81
CHOP	Ve výchozí poloze-páteř s fyziologickou lordózou v bederní a kyřózou v hrudní páteři/ In	77
CHOP	V pohybu je pohybující se HKK loktem v extenzi/ When moving-upper limb with extende	75
CHOP	V koncové poloze-Rameno se dotkne země/ In final position-shoulder touches ground	86
CHOP	Hlava rotuje za pohybující se HKK/ Head is rotating, following moving hand	82
PLTO	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	84
PLTO	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	89
PLTO	Plynulost pohybu/ movement continuity	79
PLTO	Hlava zůstává v prodloužení páteře, není předklon, záklon/ Head in spine extension	84
PLTO	Trup zůstává zpevněný, hýždě v rovině s trupem a dolními končetinami/ Line-torso,-p	70
CLMB	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	86
CLMB	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	92
CLMB	Plynulost pohybu/ Movement continuity	92
CLMB	Trup zůstává zpevněný hýždě v rovině s páteří/ Pelvis-spine in line	84
CLMB	Hlava v prodloužení páteře/ Head in spine extension	82
CLMB	Kolena obou dolních končetin směřují v pohybu výhradně vpřed/ Knees are moving for	83
CLMB	V kyčelním kloubu se neodehrává rotace/ No rotation visible in hip joints	83
BULG	Stabilita - stojí na jedné noze/ Stability of one leg standing	90
BULG	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	88
BULG	Koleno stojné nohy dosáhne nejméně 90 st. flexe/ Standing leg knee in 90 degrees in fi	88
BULG	Trup-nejdou lateroflexe/ Torso is not bending to sides during exercise	88
BULG	Hlava v prodloužení páteře/ head in spine extension	88
BULG	Horní končetiny se neopírají o dolní končetiny/ Upper limbs are not touching lower lim	100
BULG	Plynulost pohybu/ movement continuity	93
PUSH	Celková symetrie pohybu/Overall symmetry	82
PUSH	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	100
PUSH	Plynulost pohybu/ Movement continuity	92
PUSH	Hlava zůstává v prodloužení páteře, není předklon, záklon/ Head in spine extension	83
PUSH	Trup zůstává zpevněný, hýždě v rovině s trupem a dolními končetinami/ Torso stable	90
PUSH	Ramena se v pohybu k podložce dostávají na úroveň loktů/ In final position- shoulder	98
PUSH	Během kliku se neprohluhuje bederní lordóza/ No hyperlordosis occurs, when push u	90
SKJP	Celková symetrie pohybu/ Overall symmetry	90
SKJP	Provedení v dostatečném rozsahu pohybu/ Essential range of movement	73
SKJP	Plynulost pohybu/ Movement continuity	86
SKJP	Koleno stojné nohy udržuje sagitální rovinu/ Standing leg knee respects sagittal plane	83
SKJP	Hlezno v sagitální rovině, není valgizita/varozita/ No varosity or valgosity of ankle	83
SKJP	Rychlost stabilizace polohy po doskočení/ Position stabilisation after jump.	89
		84.0303

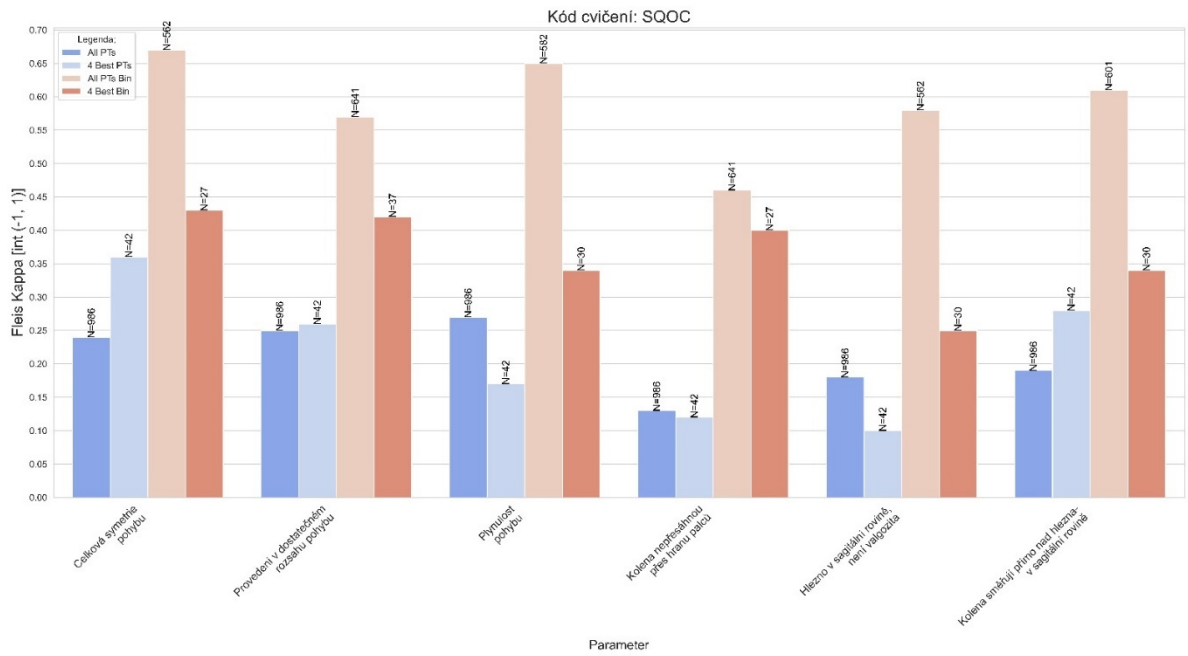
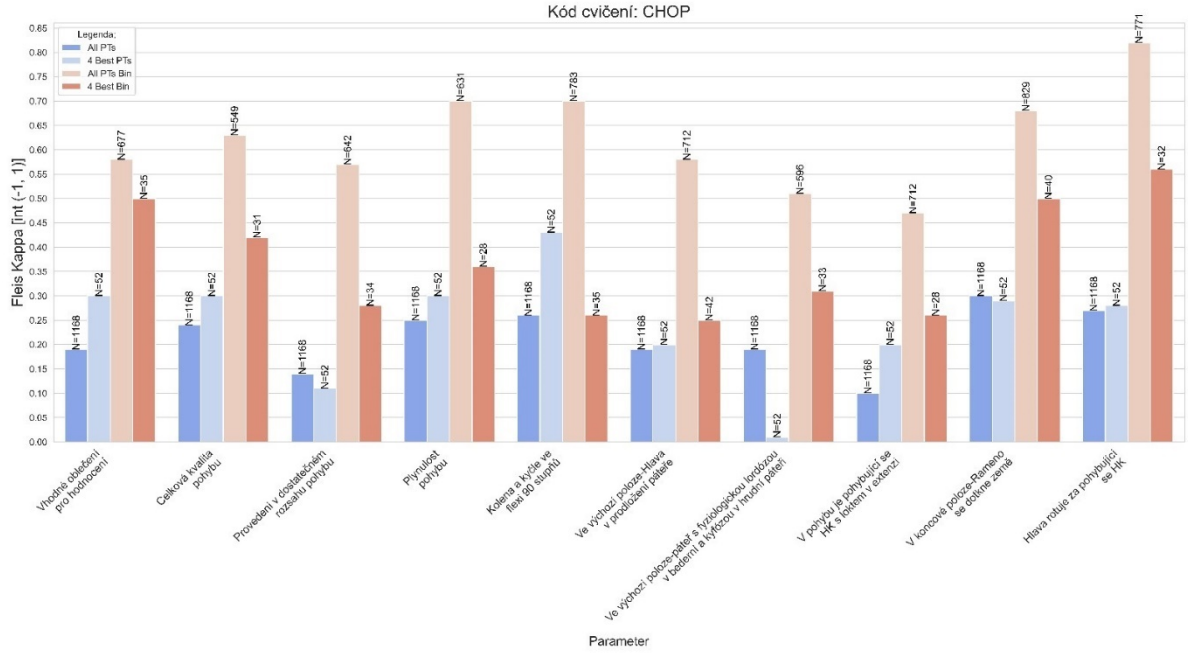
Příloha 5- Grafy hodnocení-Shoda Fleiss kappa.











Příloha 6

Tabulka shody hodnocení-Fleiss kappa

Kappa	CHOP	CLMB	LTLG	PLTO	PUSH	RFSN	SKJP	SQOC	BULG	Overall Kappa
All-3 scale	0,22	0,22	0,20	0,18	0,33	0,24	0,23	0,20	0,33	0,23
All-2 scale	0,24	0,34	0,17	0,1	0,56	0,34	0,29	0,20	0,06	0,25
Exp-3 scale	0,63	0,68	0,54	0,54	0,76	0,6	0,6	0,58	0,77	0,63
Exp-2 scale	0,36	0,54	0,46	0,29	0,90	0,53	0,20	0,35	0,18	0,42

Kód cviku	Název cviku	Description-CZ
BRKZ	Brouk na zádech	V leže na zádech, provádějte natahování protilehlých končetin směrem k zemi, vystřidejte strany, opakujte 10 krát, zpevněte břicho.
BRK4	Brouk na čtyřech	V poloze na čtyřech střídavě natahujte opačnou dolní a horní končetinu současně. 5 opakování na každou stranu.
OLDL	One leg deadlift	Ze stoje proveďte váhu, při návrat zvedá horní končetina závaží. Opakujte 5 krát.
YPST	Ypsilon-protažení	Ze stoje, ruce ve vzpažení, jděte do maximálního úklonu na stranu. Vydržte 3 sekundy, opakujte 5 krát na každou stranu
RFSN	Jógová pozice pes s hlavou dolů, změna do pozice psa s hlavou nahoru	Z pozice střechy plynule změňte pozici těla do kobry. V každé maximální poloze vydržte 3-5 vteřin. Opakujte 5 krát.
HMST	Protažení hamstringů	V leže na zádech za pomocní therabandu, zvedejte jednu nataženou dolní končetinu až do maximální možné pozice bez pokrčení kolene. Vydržte 10 vteřin, opakujte 5 krát.
IPST	Protažení m.iliopsoas	Z kleku proveďte nárok a posunem pánve vpřed, provádějte protažení flexorů kyčle, vydržte 10 vteřin, opakujte 5 krát.
SMSQ	Sumo-dřep	Proveďte široký nárok do strany, s váhou uprostřed, kolena jdou do pokrčení směrem zevně, pánev klesá na úroveň kolen. Vydřž 15 vteřin, opakujte 5 krát.
1LBR	Most na jedné noze	V leže na zádech- kolena pokrčena, opora o plošku nohy na podložce, proveďte zvedání do mostu. Současně zvedejte volnou dolní končetinu do vzduchu Vystřidejte strany- opakování 5 krát na každou stranu.
FRLG	Přední výpad	Proveďte výpad vpřed, koleno zadní dolní končetiny se přiblíží zemi. Opakujte 5 krát na každou stranu
LTLG	Boční výpad	Proveďte boční výpad, s kolenem stejné nohy směřujícím vpřed. Trup zůstává natažený. Přenášejte váhu ze strany na stranu, s ploskama v kontaktu s podložkou. Opakujte 5 krát na každou stranu.
YMWS	YMW-pozice	Ve stoje za pomocí mezilopatkových svalů provádějte postupně změnu polohy rukou dle předlohy, trup zůstává zpevněný. Opakujte 8 krát.

CHOP	Otevírání hrudníku	V poloze na čtyřech rotujte za nataženou horní končetinou do strany- otevírejte hrudník, hlava sleduje horní končetinu. Z krajní polohy a protažení se vraťte zpátky tak, že podvlečete horní končetinu pod druhou, která je v opoře- rameno se dotkne podložky. V krajních polohách výdrž 5 vteřin. Opakujte 3 krát na každou stranu.
LTPL	Boční vzpor	Provedte boční vzpor v opoře o obě dolní končetiny a jednu horní končetinu, s nataženým a zpevněným trupem. Celé tělo směřuje dopředu. Volná horní končetina v rozpažení ve vzduchu. Výdrž 10 vteřin, Opakujte 3 krát na každou stranu.
SKIS	Lyžař	Z podřepu provedte přeskok stranou, znovu do podřepu. Zastabilizujte. Opakujte 5 krát na každou stranu.
GLUT	Posílení gluteálních svalů v poloze na čtyřech	Provádějte zanožování jednou nohou, s kolenem ve flexi- střídejte dolní končetiny- 10 opakování na každou nohu
LGST	Kombinované protažení dolních končetin	Provedte protažení třísla (flexoru kyčle) v poloze v kleku, s jednou dolní končetinou v nákroku. Pro protažení zadní strany stehén, přeneste váhu dozadu, dosednutím na patu, přední dolní končetina zůstane natažená, therabandem přitáhněte špičku. Výdrž 20 vteřin v krajní pozici. Opakujte 2x na každou stranu.
PLM1	Vzpor na míči	V planku na míči, s oporou o předloktí, kolena narovnané, zpouštějte kolena na podložku, kolena se nedotknou země, míč se může rolovat z místa. Opakujte 10 x
SQUA	Dřep	Provedte dřep, kolena směřují dopředu, nejdou přes hranu nohy Opakujte 10x.
HLTC	Dotek paty	Ze stoje na bedýnce, zpouštějte jednu dolní končetinu dolu z bedýnky, za pomoci pokrčení kolena stojné nohy. Dotkněte se patou podložky, vystřídejte končetiny, Opakujte 5x na každou stranu
ZRCS	Posílení rotátorové manžety ramene	V sedě na židli, s loktama u těla, provádějte roztahování therabandu, ruce jdou od sebe do strany, lokty zůstávají u těla. Opakujte 10 x.
SKJP	Stranové přeskoky-bruslař	Ze stoje na jedné noze,koleno v mírném pokrčení přeskočte na druhou nohu, kolena v doskoku vždy směřujou dopředu. Zastabilizujte polohu a přeskočte na druhou nohu. Opakujte 10x.
BRGM	Bridging na míči	Vleže na zádech, s nohama nataženýma a v opoře na míči, provádějte zvedání do prkna, Horní končetiny a lopatky zůstávají v kontaktu s podložkou. Opakujte 10x.
TRST	Protažení m.trapezius	Ve stoje , za pomoci horní končetiny, provedte protažení trapézu úklonem hlavy na stranu. Druhá horní končetina zůstává u těla, zápěstí v ohnutí směrem vzhůru. Opakujte 2x na každou stranu, výdrž v poloze 15 vteřin.
PLCI	Vzpor na míči s kroužením	V planku, obě předloktí v opoře na míči, provádějte malé kroužky míčem. 5 kroužků na každou stranu.

HSSP	HSSP v leže na zádech s míčem	Vleže na zádech s míčem mezi zvednutýma horníma a dolníma končetinami, tlačte do míče vždy současně protilehlou horní a dolní končetinou. Ve skříženém pohybu vystřídejte končetiny. Opakujte 5 krát na každou stranu, nádech uvolněte, s výdechem zatlačte.
PLTO	Vzpor- doteky ramene	V planku provádějte střídavě doteky rukou o rameno na opačné straně, udržte zpevněnou prodlouženou linii trupu a hlavy. Opakujte 5 x na každou stranu.
SQOC	Dřep na balanční čočce	Ze stoje na boso na šířku pánve, provádějte dřep. Kolena směřují vpřed a nepřesáhnou hranu palců. Opakujte 10 krát.
TRID	Posilovací cvičení- m. Triceps brachii	V opoře o ruce na bedýnce za váma, spouštějte tělo dolů, do ohybu v loktech cca 90 stupňů. Dolní končetiny mohou být natažené, nebo pokrčené v kolenou. Opakujte 10x
PUSH	Klik	Provedte klik, trup zůstává zpevněný, hlava v prodloužení páteře. Varianta s oporou o kolena.
BBRW	Mrtvý tah	Ve stoji, kolena mírně pokrčené, trup v předklonu, provádějte přitahování činky k tělu. Opakujte 10x
JPJK	Panák	Provádějte ze stoje spojného, poskokem změnu pozice do spoje rozkročeného, ruce jdou stranou do vzpažení. Opakujte 10x.
LTDB	Letadlo na bříše	V leže na břiše, ruce ve vzpažení, provádějte připažení k tělu, opakujte 10 x, hlava se opírá o čelo.
STRZ	Protažení m. Rectus femoris	V sedě na židli, jedna dolní končetina před tělem, druhá vedle židle, provádějte za pomoci therabandu protažení stehenního svalu, přitažením paty směrem k hýždím.
BULG	Bulharský dřep	Ve stoji na jedné dolní končetině a s druhou s oporou o židli za sebou, provádějte dřepy na jedné noze. Koleno stejné nohy nepřesáhne hranici palce.
STAR	Hvězda-stabilizace KoK	Ze stoje se jednou nohou dotkněte všech 7mi bodů na podložce
HMSZ	Protažení hamstringů	V sedě na židli, provádějte protažení natažené dolní končetiny pomocí therabandu, theraband je kolem chodidla, přitahujte špičku, současně s přitahováním zpevněného trupu směrem ke špičce. Výdrž 20 vteřin.
MOZH	Mobilizace hrudníku v sedě	V sedě na židli, dotkněte se rukou protilehlého kotníku, druhá horní končetina jde s rotací trupu vzhůru za tělo, dívejte se za rukou, pánev zůstává v kontaktu se židlí.

MOZR	Mobilizace páteře v sedě	V sedě na židli, s rukama křížem na ramenou, provádějte rotaci trupu, v bloku s postavením hlavy. Opakujte 5x na každou stranu.
STDZ	Sit to stand	Ze stoje na šířku pánve, klesejte na židli, kolena směřují dopředu, trup je zpevněný, hýždě se dotknou židle, bez přenesení váhy, trup se může naklánět mírně vpřed, následně se vracíte zpátky do stoje. Opakujte 5x.
CLMB	Lezec	V planku proveďte střídavé přitahování kolen k ramenou, v maximálním rozsahu kolena v pohybu směřují rovně pod prsa. Opakujte 5x na každou stranu

Příloha 8

Seznam obrázků

Obrázek 1- Návštěvy lékaře v EU-průměry za roky 2018-2021.....	6
Obrázek 2- Software Vicon Shogun, pro zpracování snímaného pohybu.....	15
Obrázek 3- Snímání pohybu v systému Vicon (23).....	16
Obrázek 4- Software Dartfish.....	16
Obrázek 5- Promítnutí sledovaných bodů do pohybu v softwaru OpenPose(25)	17
Obrázek 6.Úvodní stránka aplikace PhyEx	37
Obrázek 7-Evaluace videa cvičení	37
Obrázek 8-Pohledy 4 kamer	41
Obrázek 9- Zobrazení hodnocení-vlevo parametry a 4 pohledy kamer.....	44

Příloha 9

Seznam tabulek

Table 1-Počet návštěv lékařů dle specilaizace za rok.....	4
Table 2-Specifické parametry.....	43
Table 3- Fleiss Kappa- shoda všech hodnotitelů a odborníků dle praxe a cviků.....	47
Table 4-Kappa interpretace.....	48
Table 5-Porovnání Fleiss kappa dle délky praxe	56
Table 6-P hodnoty SQOC.....	56
Table 7-P hodnoty PLTO.....	56
Table 8 -P hodnoty RFSN.....	57
Table 9- P hodnoty BULG	57
Table 10- P hodnoty CHOP.....	57
Table 11- P hodnoty LTLG	58
Table 12- P hodnoty CLMB.....	58

Příloha 10

Seznam grafů

Graf 1- Počet návštěv lékaře ročně, muži/ženy	4
Graf 2-Distribuce pohlaví probandu výzkumu	39
Graf 3-Denní aktivita probandů-střední a intenzivní dohromady.....	40
Graf 4-Povolání probandů.....	40
Graf 5- Otevírání hrudníku	50
Graf 6-Lezec/Climber	50
Graf 7-Plank na míči	51
Graf 8-Jógová pozice pes hlavou nahoru a dolů, nebo li Střecha/kobra	51
Graf 9-Lyžař-přeskoky	52
Graf 10-Dřep na balanční čočce	52
Graf 11-Bulharský dřep	53
Graf 12-Klik.....	53
Graf 13-Boční výpad.....	54