

Telerehabilitace u pacienta s poruchou rovnováhy po cévní mozkové příhodě

Janatová M.^{1,2}, Šollová M.², Švestková O.¹

¹Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze, přednostka prof. MUDr. O. Švestková, Ph.D.

²Společné pracoviště biomedicínského inženýrství FBMI ČVUT a 1. LF UK

SOUHRN

Článek se zabývá významem telerehabilitace a popisem její aplikace v praxi. Jako praktický příklad v tuzemských podmínkách realizovatelného a cenově dostupného telerehabilitačního řešení předkládáme kazuistiku pacienta, u kterého jsme k telerehabilitačním intervencím využili interaktivní systém Homebalance pro trénink rovnováhy se stabilometrickou plošinou a vizuální zpětnou vazbou a aplikaci Skype pro on-line videohovor. Celkový přínos včetně udržitelnosti efektu terapie byl objektivizován posturografickým vyšetřením a standardizovanými testy. U pacienta došlo po terapii ke zlepšení ve standardi-

zovaných testech Berg Balance Scale, Mini-BESTest, Functional independence measure (FIM) a v posturografickém vyšetření. Zlepšení bylo částečně udržitelné i po dalších čtyřech týdnech bez terapie. Na základě vyplněného strukturovaného dotazníku byl zjištěn také pozitivní subjektivní dojem pacienta.

KLÍČOVÁ SLOVA

telerehabilitace, vizuální zpětná vazba, porucha rovnováhy, cévní mozková příhoda

SUMMARY

Janatová M., Šollová M., Švestková O.: Telerehabilitation for Patients with a Balance Disorder Who Are Recovering from a Stroke

The article describes the importance of telerehabilitation and provides a description of its application in practice. As a practical example of a feasible and affordable telerehabilitation approach in the domestic context, we present the case report of a patient with whom we have used, as a telerehabilitation intervention, the interactive Home balance system. The system was used for balance training, utilizing a stabilometric platform and visual feedback as well as the Skype application for online video calls.

The overall benefits, including sustainability of the effect of the therapy, were objectively verified using

posturographic examination and standardized tests. Following therapy, the patient measured improvement in the Berg Balance Scale, Mini-BESTest and Functional Independence Measure (FIM) standardized tests and in posturographic examination. The improvement remained partially sustained even after four weeks without therapy. Based on a structured questionnaire completed by the patient, the positive subjective impression of the patient was also ascertained.

KEYWORDS

telerehabilitation, visual feedback, balance disorder, stroke

Rehabil. fyz. Lék., 25, 2018, č. 1, s. xxx-xxx

ÚVOD

Telerehabilitace je jedním z odvětví telemedicíny. Představuje způsob poskytování rehabilitační intervence na dálku prostřednictvím telekomunikačních technologií. Termín telerehabilitace má své kořeny v Austrálii a Americe, kde v některých oblastech vzdálenost mezi městy dosahuje řádově stovky kilometrů (2). Stěžejní myšlenkou

telerehabilitace je minimalizovat bariéru, kterou je vzdálenost a rozšířit tak dostupnost rehabilitačních služeb (1). Zavádění telerehabilitace do běžné praxe vede k rozšíření dostupnosti a zkvalitnění kontinuity mezi jednotlivými složkami zdravotnické intervence (6).

Pod pojem telerehabilitace patří různé typy metod od prosté konzultace po telefonu až po přístupy vy-

užívající interaktivní terapeutické systémy, senzory pohybu a fyziologických funkcí. Telerehabilitace umožňuje konzultace, monitoring a řízenou terapii v domácím prostředí pacienta (10). Synchronní model telerehabilitace probíhá po celou dobu on-line za účasti všech zúčastněných stran (11). Terapeut vede a kontroluje pacienta v průběhu cvičení na dálku v reálném čase prostřednictvím telekomunikačních technologií. Příkladem synchronní telekomunikace je videohovor prostřednictvím mobilního telefonu, počítače, nebo tabletu s připojením k internetu (12).

Asynchronní model telerehabilitace v off-line režimu zaznamenává, archivuje a následně vyhodnocuje získaná data. Asynchronní interakce představuje využívání e-mailu ke konzultacím, audiovizuálních záznamů k instrukcím, e-learningu, telerehabilitačních webových aplikací, nebo interaktivních systémů vhodných k domácí terapii (11). Hujitgen a spol. prokázali pozitivní efekt a bezproblémové ovládnutí asynchronní telerehabilitace u pacientů po poškození mozku (7). V rámci teleterapie jsou často využívány technické prostředky, které poskytují pacientovi zpětnou vazbu prostřednictvím vizuálních, akustických, nebo vibrotaktilních signálů (8). Zařazení interaktivních prvků ve formě audiovizuální zpětné vazby a monitoring úspěšnosti a pravidelnosti cvičení zvyšuje aktivní spolupráci a motivaci pacienta při terapii (5). Zpětná vazba umožňuje do určité míry nahradit insuficientní informace z proprioreceptorů a dalších senzorů pohybu (3). Interaktivní systémy na principu využití vizuální zpětné vazby představují inovativní přístup v rehabilitaci a pro pacienta motivující způsob terapie, která probíhá formou hry. Ze závěrů studií zaměřených na objektivizaci efektu terapie s využitím vizuální zpětné vazby u pacientů s poruchou rovnováhy po cévní mozkové příhodě vyplynulo, že tato terapie má pozitivní efekt na zlepšení stability a chůze (4, 9).

KAZUISTIKA

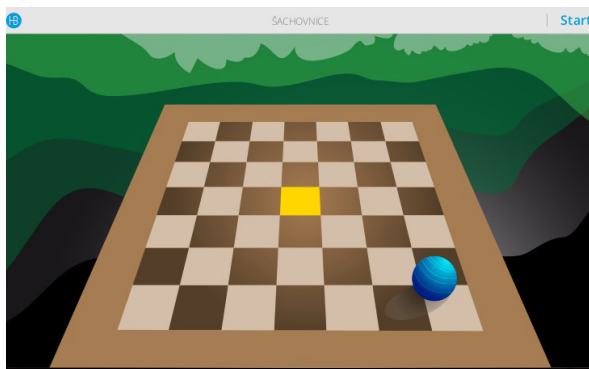
Jako praktický příklad telerehabilitačního řešení předkládáme kazuistiku pacienta z Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze. Tento pacient s poruchou rovnováhy v důsledku cévní mozkové příhody absolvoval čtyřtýdenní telerehabilitaci v domácím prostředí s využitím interaktivního systému Homebalance v kombinaci s on-line synchronní telerehabilitací prostřednictvím aplikace Skype.

Použité technické vybavení

K terapii poruchy rovnováhy byl použit systém Homebalance, vyvinutý interdisciplinárním tý-

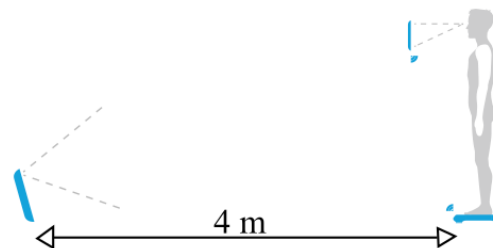
mem Centra podpory aplikačních výstupů a spin-off firem 1. LF UK, Fakulty biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického a Kliniky rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze za účelem podpory terapie poruch rovnováhy u pacientů po poškození mozku. Bylo ověřeno, že systém je využitelný také v domácím prostředí (5). U pacientů s výraznější poruchou rovnováhy je vhodná pravidelná supervize domácí terapie pomocí online videohovoru, aby mohl být zkontrolován a korigován správný stoj na plošině a správné dýchání i celý průběh cvičení.

Vstupním zařízením systému je stabilometrická plošina Nintendo Wii Balance Board. Pomocí tenzometrických senzorů v plošině jsou detekovány změny polohy průmětu těžiště těla. Signál z plošiny je přenášen do tabletu pomocí bezdrátové technologie Bluetooth. Aktivní změnou polohy těžiště lze signál modulovat, čímž pacient ovládá terapeutickou scénu (obr. 1).



Obr. 1 Terapeutická scéna.

Pro synchronní telerehabilitaci byla zvolena forma videohovoru prostřednictvím mobilní aplikace Skype na tabletu umístěném ve vzdálenosti 4 metry před pacientem tak, aby byla viditelná celá postava pacienta při cvičení (obr. 2). Tablet určený k telekomunikaci, který pacient obdržel, byl již přednastaven tak, aby se příchozí hovor v aplikaci Skype automaticky spojil s volajícím.



Obr. 2 Umístění tabletu s aplikací Skype.

Metodika

Před zahájením telerehabilitace byl pacient řádně poučen a seznámen s plánovaným průběhem terapie v souladu se zákonem č. 372/2011 Sb. o zdravotních službách a Úmluvou o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001 a svým podpisem informovaného souhlasu schváleného etickou komisí VFN vyjádřil souhlas s provedením vyšetření a následné terapie. Studie byla provedena v souladu s etickými standardy etické komise VFN, odpovědné za provádění klinických studií a Helsinskou deklarací z roku 1975, revidovanou v roce 2000.

V rámci vstupního vyšetření byl pacient seznámen s ovládáním systému Homebalance. Byl mu předán instruktážní manuál a záznamový arch, do kterého pacient denně zaznamenával údaje z průběhu cvičení. Dále byl vysvětlen plánovaný průběh synchronních telerehabilitačních intervencí prostřednictvím aplikace Skype.

Před začátkem telerehabilitační intervence, po jejím ukončení a následně v odstupu 4 týdnů bez terapie byl proveden kineziologický rozbor, posturografické vyšetření na přístroji Synapsis Posturography System a standardizované testy Berg Balance Scale a Mini-BESTest. Po celou dobu průběhu studie pacient nepodstoupil žádnou jinou terapii.

Telerehabilitační intervence probíhala po dobu čtyř týdnů. Synchronní telerehabilitace formou videohovoru po Skype probíhaly 3x týdně po dobu 45 minut z důvodu kontroly a korekce správného stoje na plošině a plnění terapeutických scén. Po zbytek týdne cvičil pacient každý den sám po dobu 45 minut podle manuálu formou asynchronní telerehabilitace pouze s využitím systému Homebalance. Na začátku každé terapeutické jednotky byla provedena vždy stejná referenční dynamická scéna, u které byl měřen čas potřebný k jejímu dokončení. Výsledky měření z diagnostické fáze byly pacientem zasílány ke zpracování prostřednictvím e-mailu. Spokojenost pacienta s telerehabilitací byla ověřena pomocí dotazníku.

Vstupní vyšetření

Pacient, muž ve věku 42 let, 2 roky po hemoragické cévní mozkové příhodě s reziduální pravostrannou hemiparézou, před zahájením telerehabilitační intervence docházel ambulantně na Kliniku rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze, kde již dříve absolvoval také denní rehabilitační stacionář pro pacienty po poškození mozku. S terapií na stabilometrické plošině s využitím systému Homebalance měl již zkušenosti.

Při vstupním vyšetření byl stoj stabilní o široké bázi, v ostatních modifikacích stoje byly přítomny výrazné titubace trupu. Stabilita stoje se zhoršovala s užší bází a se zavřenými očima. Tandemový stoj

nezvládl, možný byl pouze semitandemový stoj, ve kterém pacient vydržel stát po dobu 30 vteřin. Stoj na pravé dolní končetině nezvládl, stoj na levé dolní končetině byl možný po dobu sedmi vteřin. Chůze pacienta byla samostatná, bez kompenzačních pomůcek, bez dopomoci. Charakter chůze pacienta byl hemiparetický, s cirkumdukci, bez souhybu horních končetin. Patologický stereotyp chůze byl patrný zejména ve švihové fázi kroku na pravé dolní končetině, kde na základě spastického držení docházelo ke kompenzaci pohybu v kyčelním kloubu se souhybem trupu. Chůze do schodů byla výrazně nestabilní. Na pravé dolní končetině byla zaznamenána hypestezie a snížená hybnost. V rámci posturografického vyšetření byly vyhodnocovány parametry plocha statokineziogramu a délka trajektorie průmětu polohy těžiště. Ve všech vyšetřovaných modifikacích stoje byly hodnoty vyšší, než normy u zdravé populace. V Berg Balance Scale testu bylo při vstupním vyšetření dosaženo 50 bodů z celkových 56 možných. V testu Mini-BESTest bylo dosaženo 17 bodů z celkových 28 bodů možných. Při stoji na dvou vahách bylo naměřeno na pravé dolní končetině o 4,1 kg větší zatížení než na levé. V testu Funkční soběstačnosti FIM dosáhl pacient 114 z celkem 124 bodů. V Mini mental state examination dosáhl pacient plného počtu bodů.

Tab. 1 Stručný přehled náplně telerehabilitace.

Týden terapie	Náplň telerehabilitace
I.	<ul style="list-style-type: none"> podrobnější seznámení se systémem Homebalance, zvládnutí správné techniky stoje trénink zaměřen na střídavé vychylování těžiště v předozadním a laterolaterálním směru postupné zvyšování obtížnosti dílčím nastavením citlivosti plošiny a požadovaného času setrvání v jednotlivých pozicích
II.	<ul style="list-style-type: none"> rovnoměrné přenášení váhy do všech směrů přenášení váhy v předozadním směru ze špiček na paty
III.	<ul style="list-style-type: none"> trénink větších výchylek v laterolaterálním směru přenášení váhy na špičky a paty trénink tandemového stoje a stoje o úzké bázi trénink s plošinou v poloze těžiště promítaného zrcadlově obráceně (variabilním postavením plošiny) kombinace změn polohy těžiště s tréninkem paměti
IV.	<ul style="list-style-type: none"> trénink střídavého propojení předozadního a laterolaterálního pohybu trénink krajních poloh na špičkách a na patách s přenášením váhy po přesně dané trajektorii

Subjektivně si pacient v rámci vstupního vyšetření kromě oblasti poruch rovnováhy stěžoval na přetrvávající dysartrii a horší výbavnost slov ve stresových situacích.

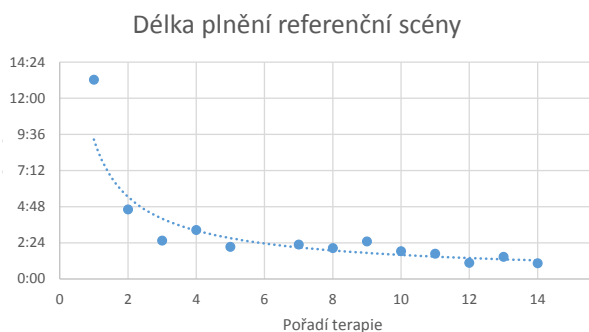
Průběh telerehabilitace

Telerehabilitační intervence formou videohovoru probíhaly třikrát týdně po dobu 45 minut. Po zbytek týdne cvičil pacient se systémem Homebalance samostatně podle manuálu. Při každé terapii byla jako první zařazena referenční dynamická scéna, vždy se stejným zadáním, aby bylo možné porovnat čas potřebný k jejímu dokončení v jednotlivých dnech. Další náplň terapie byla přizpůsobena aktuálnímu stavu a schopnostem pacienta (tab. 1).

Výsledky

Výstupní posturografické vyšetření prokázalo zlepšení ve všech měřených parametrech. Při výstupním vyšetření bylo pozorováno významné zlepšení stereotypu chůze a zvětšení rozsahu pohybu na paretické pravé dolní končetině v kyčelním a hlezenním kloubu. Zlepšení bylo prokázáno také ve výdrži ve stoji na jedné dolní končetině. V rámci výstupního vyšetření pacient vydržel v klidu ve stoji na pravé dolní končetině sedm vteřin a na levé dolní končetině jednu minutu. Při stoji na dvou vahách bylo naměřeno na pravé dolní končetině o 1 kg větší zatížení než na levé.

V testu Berg Balance Scale bylo dosaženo progresu s výpovědní hodnotou při zlepšení ve čtyřech bodech testu oproti vstupnímu vyšetření z 50 na 54 bodů. V Mini-BESTest bylo zaznamenáno zvýšení skóre o pět bodů testu ze 17 na 22 bodů, konkrétně v postavení se na špičky a v kompenzačních reakcích. V testu FIM bylo dosaženo 116 bodů. Subjektivně pacient pociťoval zlepšení zejména v chůzi do schodů, ve výdrži při chůzi na delší vzdálenosti a zlepšení pozoroval i v oblasti dysartrie. V průběhu terapeutické intervence došlo ke zkrácení času potřebného k dokončení referenční dynamické terapeutické scény na plošině (graf 1).



Graf 1 Délka plnění referenční dynamické scény při synchronní telerehabilitaci.

Kontrolní follow-up vyšetření bylo provedeno po čtyřech týdnech za účelem ověření dlouhodobé udržitelnosti efektu terapie. V rámci kontrolního vyšetření byla prokázána udržitelnost efektu terapie v oblasti zlepšení stereotypu chůze a chůze do schodů. Při stoji na dvou vahách bylo naměřeno na pravé dolní končetině o 3,4 kg větší zatížení než na levé. V posturografickém vyšetření byl efekt terapie částečně udržitelný. V Berg Balance Scale bylo dosaženo 52 bodů. V testu Mini-BESTest bylo dosaženo 19 bodů. V testu FIM bylo dosaženo 116 bodů (tab. 2).

Tab. 2 Porovnání výsledků při vstupním, výstupním a kontrolním vyšetření.

Vyšetření	Stoj na 2 vahách (rozdíl) [kg]	Berg Balance Scale (body)	Mini BESTest (body)	FIM (body)
Vstupní	4,1	50	17	114
Výstupní	1	54	22	116
Kontrolní	3,4	52	19	116

Telerehabilitační intervence probíhaly bez komplikací. Spojení přes aplikaci Skype se podařilo navázat vždy, občasné docházelo k výpadkům zvuku a zrnitosti obrazu způsobeným slabým Wi-fi signálem. Konec každé terapie byl věnován cvičení k uvolnění a protažení dolních končetin.

Z dotazníku spokojenosti vyplynulo, že telerehabilitace nepředstavovala pro pacienta subjektivně vpád do soukromí, instalace technické podpory byla jednoduchá a pacient by opětovně využil tuto formu terapie. Pacient by neupřednostnil telerehabilitaci před ambulanti terapií, ale využil by ji jako vhodný doplněk. Nejvíce oceňována byla ze strany pacienta úspora času a možnost cvičit s vizuální zpětnou vazbou každý den.

DISKUSE

V odborné literatuře je uváděno, že zavedení telerehabilitace do běžné praxe povede k rozšíření dostupnosti rehabilitace, zkvalitnění kontinuity mezi jednotlivými složkami zdravotní péče a k úspoře nákladů (6).

Hujitgen a spol. využili princip asynchronní telerehabilitace u skupiny 81 pacientů po cévní mozkové příhodě, traumatickém poranění mozku a u pacientů s roztroušenou sklerózou. Bylo pozorováno srovnatelné zlepšení ve výzkumné skupině, která podstoupila každodenní telerehabilitaci v domácím prostředí i v kontrolní skupině, která absolvovala konvenční ambulanti terapii třikrát týdně. Zaškolení a provádění tele-

rehabilitace bylo pacienty hodnoceno jako snadné a bezproblémové (7). Také v rámci kazuistiky v tomto článku bylo provádění telerehabilitace bez komplikací. Docházelo pouze k občasnému výpadku signálu videohovoru, ostatní technické prostředky fungovaly bez problémů a pacient uměl všechny komponenty ovládat.

Ve studiích zaměřených na využití vizuální zpětné vazby u pacientů s poruchami rovnováhy po cévní mozkové příhodě byl zjištěn pozitivní efekt především na rychlost chůze a rovnováhu (4, 9). V kazuistice pacienta v této práci bylo po čtyřech týdnech telerehabilitační intervence zjištěno zlepšení chůze, laterolaterální symetrizace stoje na dvou vahách, zlepšení výsledků v posturografickém vyšetření a ve standardizovaných testech Berg Balance Scale a Mini-BESTest. Po čtyřech dalších týdnech bez terapeutické intervence došlo k mírnému zhoršení ve výsledcích standardizovaných testů Berg Balance Scale a Mini-BESTest, ve stoji na dvou vahách a v posturografickém vyšetření. Výsledky ve všech testech však byly lepší, než při vstupním vyšetření. Byla tedy pozorována částečná udržitelnost efektu telerehabilitace i po čtyřech týdnech bez terapie.

Výhodou telerehabilitace je možnost využití vizuální zpětné vazby a monitoringu progresu, což zvyšuje efektivitu terapie a motivaci pacienta (5). Při telerehabilitaci se systémem Homebalance byl pacient motivován terapií formou hry i zkracováním času potřebného ke splnění vždy stejné referenční scény. Největší progres byl přítomen mezi první a druhou terapií. Při první terapii pacient ještě plně nechápal princip terapeutické scény, který mu musel být opětovně vysvětlen prostřednictvím on-line Skype hovoru. Při dalších terapiích byl pozorován trend postupného mírného zlepšení, bylo tedy přínosné v telerehabilitaci i nadále pokračovat. Subjektivně hodnotil pacient telerehabilitační intervenci pozitivně, motivovala ho k pravidelné fyzické aktivitě v běžném denním režimu.

ZÁVĚR

Telerehabilitace má potenciál stát se účelným doplňkem konvenční rehabilitační intervence a napomoci tak dostupnosti a zvyšování úrovně poskytovaných služeb. Tento přístup by mohl přinést výhody nejen pro samotné pacienty, ale také pro rehabilitační lékaře a fyzioterapeuty. V praxi by mohl vést ke zvýšení efektivity procesu neurorehabilitace.

Kombinace interaktivního systému Homebalance a synchronní telerehabilitace s využitím aplikace

Skype v uvedené kazuistice měla pozitivní efekt na zlepšení rovnováhy pacienta i na motivaci k pravidelnému cvičení.

Jedním z důvodů, proč telerehabilitace dosud není součástí běžné klinické praxe, je doposud nedostačující klinický výzkum a nízká účast pacientů v již publikovaných studiích. V pilotních studiích a kazuistikách je pozorován pozitivní efekt telerehabilitační intervence. Pro validní ověření efektu telerehabilitace a definování optimálních metodických postupů bude třeba zpracovat rozsáhlejší studii na větším vzorku pacientů. Díky rozšíření internetu a cenově dostupných přenosných technologií je již telerehabilitaci možné zařadit jako jednu ze složek dlouhodobého neurorehabilitačního procesu. Základním pilířem úspěšného průběhu neurorehabilitace i přes rozvoj moderních technologií a telerehabilitačních přístupů nadále zůstává včasná a intenzivní rehabilitace na akutních lůžkových odděleních a poté navazující pravidelná terapeutická intervence v přímém kontaktu terapeuta s pacientem. Nejlepší výsledky vidíme v kombinaci obou možností.

LITERATURA

- ADEY-WAKELING, Z., CROTTY, M.:** Upper limb rehabilitation following stroke: current evidence and future perspectives. *Aging Health*, 2013, č. 6, s. 629-647.
- BRIENZA, D., MCCUE, M.:** Introduction to telerehabilitation. *Telerehabilitation*. Springer, 2013, s. 1-11.
- BRUGET, N.:** Využití zpětné vazby v rehabilitaci pacientů s poruchami chůze po cévní mozkové příhodě. *Rehabil. fyz. Lék.*, roč. 22, 2015, č. 2, s. 70-78.
- CORBETTA, D., IMERI, F., GATTI, R.:** Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 2015, č. 3, s. 117-124.
- DAREKAR, A., FADYEN, B., LAMONTAGNE, A., FUNG, J.:** Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 2015, č. 1, s. 46-60.
- HAILEY, D., ROINE, R., OHINMAA, A., DENNETT, L.:** Evidence of benefit from telerehabilitation in routine care: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 2011, č. 6, s. 281-287.
- HUIJGEN, B., VOLLENBROEK-HUTTEN, M., ZAMPOLINI, M.:** Feasibility of a home-based telerehabilitation system compared to usual care: Arm/hand function in patients with stroke, traumatic brain injury and multiple sclerosis. *Journal of Telemedicine and Telecare*, roč. 2008, č. 5, s. 249-256.
- JANATOVÁ, M., TICHÁ, M., MELECKÝ, R., HÁNA, K., ŠVESTKOVÁ, O., JEŘÁBEK, J.:** Pilotní studie využití tenzomet-

rické plošiny v domácí terapii poruch rovnováhy. Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie, 2016, č. , s. 591-594.

9. LI, Z., XIU-GUO, H., SHENG, J., SHAO-JUN, M.: Virtual reality for improving balance in patients after stroke: A systematic review and meta-analysis. Clinical Rehabilitation, 2016, č. 5, s. 432-440.

10. SEELMAN, K., HARTMAN, L.: Telerehabilitation: policy issues and research tools. International Journal of Telerehabilitation, 2009, č. 1, s. 37-48.

11. STŘEDA, L., HÁNA, K.: eHealth a telemedicína..GRADA, 2016, s. 92-94.

12. VERAS, M., KAIRY, D., ROGANTE, M., GIACOMOZZI, C., SARAIVA, S.: Scoping review of outcome measures used in

telerehabilitation and virtual reality for post-stroke rehabilitation. Journal of Telemedicine and Telecare, 2016, č. 6, s. 567-587.

Adresa ke korespondenci:

MUDr. Markéta Janatová

Společné pracoviště FBMI a 1. LF UK

Studničkova 7

128 00 Praha 2

e-mail: marketa.janatova2@lf1.cuni.cz