



# Neurorehabilitace ve virtuální realitě

MUDr. Šárka Baníková

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Ostravice 22.-23.6.2023



# Obsah

1. Historie VR
2. Podstata a rozdělení VR
3. Zrcadlové neurony
4. Diagnostické využití rehabilitačního tréninku ve VR
5. Kontraindikace VR
6. Neurorehabilitace po CMP – klinické projevy, cíl rhb.
7. Efekt, výhody, přínosy a nevýhody neurorehabilitace ve VR
8. EBM, závěry metaanalýz
9. Shrnutí

# Historie virtuální reality

Sensorama (1962)



Rané období  
(1970 – 1990)



Damoklův meč (1968)

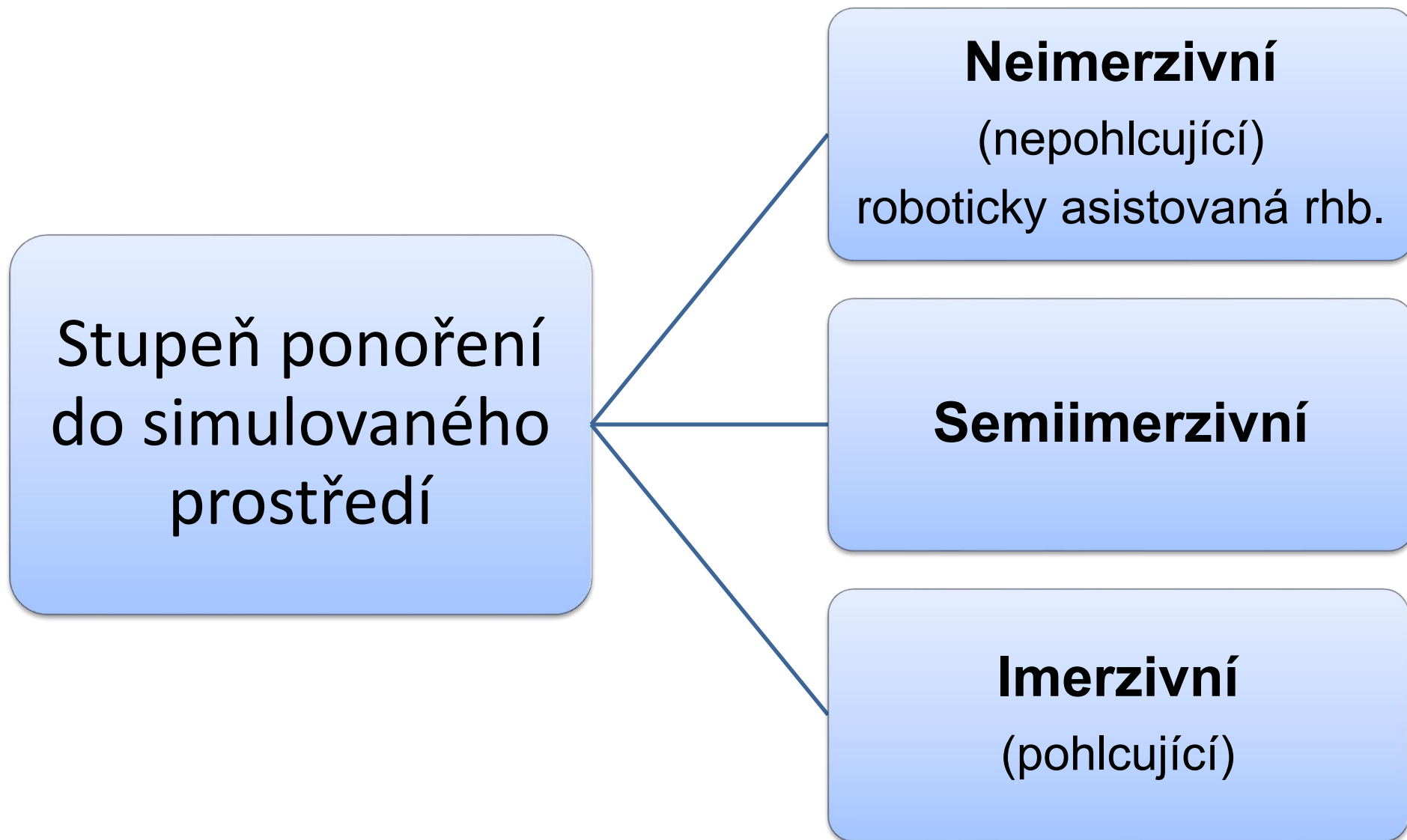


Virtuální mapa Aspenu

## Podstata virtuální reality

*„Využití interaktivních simulací vytvořených pomocí počítačového hardwaru a softwaru, které uživatelům umožňují zapojit se do prostředí, které vypadá a působí podobně jako objekty a události v reálném světě.“*

(Lee, Park et Park, 2019)



# VR v rehabilitaci

## Zrcadlové neurony

- motorické korové oblasti mozku vč. SMA, premotorické a prim. motorické kůry
- nemotorické oblasti - střední frontální gyrus, horní a dolní parietální gyrus

*„ Zrcadlové neurony se aktivují zpravidla do dvou let věku dítěte.“*

(Koukolík, 2005)

*„ Zrcadlový mechanismus je základním principem fungování mozku. “*

(Rizzolatti a Sinigaglia, 2016)

## U jakých diagnóz?

- Cévní mozková příhoda
- Parkinsonova choroba
- Traumatická poškození mozku a míchy
- Roztroušená skleróza mozkomíšní
- DMO
- Stavby po amputacích – zmírnění fantómových bolestí
- Polyneuropatie, polyradikuloneuritidy – zmírnění neuropatických bolestí

# Kdy není trénink ve VR indikován

- kardiovaskulární nestabilita
- dekomp. diabetes mellitus
- osteoporóza
- aktivní onkologické onemocnění
- ortopedické patologie
- těžké poruchy zraku a sluchu
- jiné neurologické onemocnění ovlivňující motorické dovednosti a kognitivní schopnosti
- psychické poruchy
- epilepsie
- těžší kognitivní deficit
- těžší afázie



# Neurorehabilitace po CMP

## Klinické projevy

- motorický deficit
- poruchy chůze, rovnováhy a koordinace
- poruchy řeči
- kognitivní poruchy
- smyslové poruchy
- polykací obtíže
- únava, deprese

## Cíl

- soběstačnost
- sociální reintegrace

# Účinky neurorehabilitace ve VR

- **podpora neuroplasticity**

včasné zahájení rhb., vysoký počet opakování, vysoká intenzita úkolově specifického tréninku → zlepšení kortikální reorganizace

- **zlepšení zrakově - prostorových dovedností**

- **zlepšení kvality pohybu, obratnosti HK a funkce ruky**

- **zlepšení neglect sy**

- **zlepšení vzdálenosti a rychlosti chůze**

- **zlepšení rovnováhy**

→ trénink balančních schopností → prevence pádů

- **zlepšení prostorové orientace a pozornosti**

→ využití v kognitivní rhb.

- **zmírnění depresí**

- **zlepšení kvality života**

## Výhody oproti konvenční rehabilitaci

- **multisenzorická zpětná vazba**
  - vnější - schopnost softwaru sbírat a uchovávat informace o terapii (znalost výsledků a výkonů)
  - vnitřní - zraková, sluchová, hmatová + obohacení přidáním somatosenzorických a proprioceptivních vstupů
- **variace úkolu**
- **objektivní postup**
- **opakovaný trénink zaměřený na úkoly v reálném světě a skutečné situace, simulace ADL**

- **možnost vysokého počtu opakování, stupňování zátěže a vytvoření individuálně odstupňované cvičební jednotky**
- **potenciál pro testování, vývoj různých modifikací, optimalizaci tréninku**
- **cílená rehabilitace s měřitelnými výsledky**
- **bezpečnost**
  - simulace podmínek, které by v reálném světě představovaly pro pacienta riziko poranění

# Přínosy neurorehabilitace ve VR

## Pro pacienta

- psychologický efekt
  - motivace
  - stimulující prostředí
- lepší compliance pacienta

## Ekonomické

- možnost zkrácení délky pobytu na rehabilitačním lůžku
- využití samostatně v domácím prostředí, ve skupinové terapii a telerehabilitaci → snížení nákladů na přítomnost fyzioterapeuta během cvičení

**Kombinace s konvenční rehabilitací → vyšší efekt**

## **Nevýhody neurorehabilitace ve VR**

- **technická a finanční náročnost**
- **prostorové nároky**
- **nevolnost, závratě, bolesti hlavy během terapie v prostředí imerzivní a semiimerzivní VR**

# Neurorehabilitace ve VR po CMP

EBM (metaanalýzy 2016-2021)

**Zlepšení funkce a aktivity HK ve specif.  
VR prostředí**

- rhb. ve VR
- komerční herní systémy
- konvenční rhb.

**Zlepšení funkce HK ve VR s herními  
prvky**

- 38 studií
- VR s herními prvky
- VR se zpětnou vazbou

**Zlepšení fce DK včetně rovnováhy a chůze  
srovnatelně se zlepšením fce HK ve VR**

**Minim. trvání tréninku ve VR 8 týdnů**

**Účinnější terapie ve VR s menší frekvencí  
než každodenní**

- 21 studií, 562 osob
- rhb. ve VR
- konvenční rhb.

**↑ účinek chůze ve VR ve všech  
časoprostorových parametrech**

**(rychlost, kroková frekvence, délka kroku)**

- 32 studií, 809 osob
- rhb. ve VR
- konvenční rhb.



## **Zlepšení statické a dynamické rovnováhy ve VR**

- 16 studií, 428 osob
- rhb. ve VR, konvenční rhb.

## **Zlepšení motorických schopností, chůze a rovnováhy, smyslových a kognitivních poruch**

- 73 studií, 1617 osob
- hodnocení efektu všech typů VR na kognici
- rhb. ve VR, konvenční rhb.

**Bez průkazu větší účinnosti VR na globální poznávání, pozornost, paměť a řeč**

- 8 studií, 196 osob
- rhb. ve VR, konvenční rhb.
- malý počet studií, vysoká heterogenita

**Hraniční pozit. efekt na řečové schopnosti  
Žádný vliv na funkční komunikaci,  
vyhledávání slov a opakování**

- 5 studií, 121 osob
- VR
- konvenční logopedie
- malý počet, špatná metodolog. kvalita

## Shrnutí

- ❑ účinnost ve všech stádiích CMP a ve všech věkových kategoriích
- ❑ bezpečná a motivující forma terapie s řadou výhod
- ❑ výběr vhodného pacienta:
  - aktivně spolupracující, motivovaný
  - nepřítomnost závažných komorbidit

# Budoucí výzkum neurorehabilitace ve VR po CMP

- **Zaměření na akutní a subakutní stadia CMP**
- **Design studií**
  - přesně specifikované parametry:
    - optimální frekvence, intenzita a trvání rehabilitačního tréninku a typ VR

**Kombinovaný přístup -**

**konvenční rhb. senzomotorických deficitů a chůze s tréninkem ve VR**

## Virtuální realita v rehabilitaci pacientů po CMP



MUDr. Šárka Baníková, MBA<sup>1,2</sup>, doc. MUDr. Ondřej Volný, Ph.D.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Klinika léčebné rehabilitace a tělovýchovného lékařství LF OU a FN Ostrava

<sup>2</sup>Centrum klinických neurověd LF OU, Ostrava

<sup>3</sup>Neurologická klinika LF OU a FN Ostrava

Cílem následujícího příspěvku je náhled do problematiky neurorehabilitace ve virtuální realitě (VR) po prodělané cévní mozkové příhodě (CMP). Podkladem je rešerše v databázích PubMed, SAGE Journals a Cochrane s využitím prací publikovaných v období mezi lednem 2016 a prosincem 2022.

### Úvod

Po prodělané cévní mozkové příhodě (CMP) dochází k podstatnému ovlivnění (snížení) kvality života. Uvádí se, že 33–42 % pacientů potřebuje 3–6 měsíců po CMP pomoc při každodenních aktivitách. Z nich 36 % má trvalé následky i po 5 letech od CMP. Kromě motorických deficitů se u více než 40 % osob, jež CMP přežily, objevují kognitivní poruchy. Mezi další následky patří smyslové poruchy, poruchy řeči, únava, deprese, polykací obtíže, poruchy chůze, narušení rovnováhy a koordinace způsobené CMP [4].

Obecným cílem neurorehabilitace je zlepšení aktivit v běžném životě a zvýšení sociální integrace. K podpoře neuroplasticity jsou nezbytné včasné zahájení rehabilitace, vysoký počet opakování (repetice) a vysoká intenzita úkolové specifického tréninku (*task-specific training*). Metody založené na tréninku jsou však často únavné, náročné na lidské zdroje a vyžadují specializované zařízení nebo vybavení [5]. Úspěch tzv. konvenční rehabilitace vyžaduje jak aktivní účast na terapii, tak dodržování pravidelného cvičení v domácím prostředí. Proces rehabilitace se může prodloužit, pokud pacient ztratí zájem a je-li nedostatek lidských a technických zdrojů.

V této souvislosti tak může mít pozitivní dopad na rehabilitaci motorických a kognitivních funk-

cí kombinace tradičních rehabilitačních technik s využitím nových technologií, např. robotiky, rozhraní mozek – počítač, neinvazivních mozkových stimulatorů, neuroprotéz a nositelných zařízení pro analýzu pohybu [8].

### Podstata virtuální reality

V posledních dvou desetiletích se odborná veřejnost ve snaze řešit náklady a zvýšit zapojení pacientů do procesu rehabilitace obrací k VR a herním přístupům [3]. VR je definována jako „využití interaktivních simulací vytvořených pomocí počítačového hardwaru a softwaru, které uživateli umožňují zapojit se do prostředí, jež vypadá a působí podobně jako objekty a události v reálném světě“ [5].

Terapie za pomoci VR může být realizována prostřednictvím tzv. plně imerzivního zážitku (úplná integrace jedince do virtuálního prostředí prostřednictvím trojrozměrné technologie s použitím displeje umístěného na hlavě), může být také semiimerzivní (trojrozměrná technologie s použitím vysoce výkonného grafického počítačového systému spojeného s velkou plochou pro zobrazení vizuální scény bez použití displeje umístěného na hlavě) nebo neimerzivní (dvojrůzná technologie s klávesnicí, myší, snímači pohybu a dalšími externími zařízeními) [14].

Prostřednictvím simulovaného prostředí ve VR jsou poskytovány různé formy zpětné vazby – vnitřní (hmatové, proprioceptivní a kinestetické) a vnější (zrakové a sluchové) – v reálném čase se získáním okamžitých výsledků, které vedou ke zvýšení prožitku a zlepšení motorického učení. VR umožňuje vytvořit individualizovaný motorický trénink s vysokou úrovní opakování a variability [1].

# Použitá literatura

1. DE ROOIJ, Ilona J.M., Ingrid G.L. VAN DE PORT a Jan-Willem G. MEIJER, 2016. Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy* [online]. Vol. 96, no. 12, s. 1905-1918 [cit. 2023-01-18]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20160054
2. GHAI, Shashank, Ishan GHAI, Anouk LAMONTAGNE et al., 2020. Virtual reality training enhances gait poststroke: a systematic review and meta-analysis. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. Vol. 1478, no. 1, s. 18-42 [cit. 2023-01-21]. ISSN 0077-8923. Dostupné z: doi:10.1111/nyas.14420
3. KARAMIANS, Reneh, Rachel PROFFITT, David KLINE et al., 2019. Effectiveness of Virtual Reality- and Gaming-Based Interventions for Upper Extremity Rehabilitation Poststroke: A Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. Vol. 101, no. 5, s. 885-896 [cit. 2023-01-18]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2019.10.195
4. KHAN, Azka, Anna PODLASEK et Fahad SOMAA, 2021. Virtual reality in post-stroke neurorehabilitation – a systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. Vol. 30, no. 1, s. 53-72 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1074-9357. Dostupné z: doi:10.1080/10749357.2021.1990468
5. LEE, Han Suk, Yoo Junk PARK et Sun Wook PARK, 2019. The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International* [online]. Vol. 2019, no. 1, s. 1-12 [cit. 2023-01-18]. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi:10.1155/2019/7595639
6. LI, Zhen, Xiu-Guo HAN, Jing SHENG et al., 2016. Virtual reality for improving balance in patients after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation* [online]. Vol. 30, no. 5, s. 432-440 [cit. 2023-01-21]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi:10.1177/0269215515593611
7. MAIER, Martina, Belén RUBIO BALLESTER, Armin DUFF et al., 2019. Effect of Specific Over Nonspecific VR-Based Rehabilitation on Poststroke Motor Recovery: A Systematic Meta-analysis. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. Vol. 33, no. 2, s. 112-129 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1545-9683. Dostupné z: doi:10.1177/1545968318820169
8. MASSETTI, Thais, Talita Dias DA SILVA, Tânia Brusque CROCETTA et al., 2018. The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review. *Journal of Central Nervous System Disease* [online]. Vol. 10, no. 1, s. 1-12 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1179-5735. Dostupné z: doi:10.1177/1179573518813541

# Použitá literatura

9. MEKBIB, Destaw B. et al., 2020. Virtual reality therapy for upper limb rehabilitation in patients with stroke: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Brain Injury* [online]. Vol. 34, no. 4, s. 456-465 [cit. 2023-01-21]. ISSN 0269-9052. Dostupné z: doi:10.1080/02699052.2020.1725126
10. MEKBIB, Destaw B., Zhiyong ZHAO, Jianbao WANG et al., 2020. Proactive Motor Functional Recovery Following Immersive Virtual Reality–Based Limb Mirroring Therapy in Patients with Subacute Stroke: a basic principle of brain function. *Neurotherapeutics* [online]. Vol. 17, no. 4, s. 1919-1930 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1933-7213. Dostupné z: doi:10.1007/s13311-020-00882-x
11. MERIANS, Alma S., Gerard G. FLUET, Qinyin QIU, et al., 2020. Hand Focused Upper Extremity Rehabilitation in the Subacute Phase Post-stroke Using Interactive Virtual Environments. *Frontiers in Neurology* [online]. Vol. 11, s. 1-13 [cit. 2023-02-05]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2020.573642
12. RIZZOLATTI, Giacomo, Corrado SINIGAGLIA, Li ZHANG, Shan FANG, Hongjie JIANG, Junming ZHU, Anna W. ROE a Dongrong XU, 2016. The mirror mechanism: a basic principle of brain function. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. Vol. 17, no. 12, s. 757-765 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1471-003X. Dostupné z: doi:10.1038/nrn.2016.135
13. SUBRAMANIAN, Sandeep K., MacKenzie K. CROSS, Cole S. HIRSCHHAUSER et al., 2022. Virtual reality interventions to enhance upper limb motor improvement after a stroke: commonly used types of platform and outcomes. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* [online]. Vol. 17, no. 1, s. 107-115 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1748-3107. Dostupné z: doi:10.1080/17483107.2020.1765422
14. WILEY, Elise, Shereen KHATTAB, Ada TANG et al., 2020. Examining the effect of virtual reality therapy on cognition post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* [online]. Vol. 17, no. 1, s. 50-60 [cit. 2023-01-18]. ISSN 1748-3107. Dostupné z: doi:10.1080/17483107.2020.1755376
15. XIAO, Xiang, Qiang LIN, Wai-Leung LO et al., 2017. Cerebral Reorganization in Subacute Stroke Survivors after Virtual Reality-Based Training: A Preliminary Study. *Behavioural Neurology* [online]. Vol. 2017, s. 1-8 [cit. 2023-01-21]. ISSN 0953-4180. Dostupné z: doi:10.1155/2017/6261479
16. VR Education. Virtuální realita – historie a současnost. In: *VR Education* [online]. Olomouc: VR Education [cit. 2023-06-19]. Dostupné z: <https://vreducation.cz/virtualni-realita-historie-a-soucasnost/>.

Děkuji za pozornost



sarka.banikova@fno.cz