

VYHODNOCOVÁNÍ DAT Z MĚŘENÍ STABILITY POMOCÍ BALANČNÍ PLOŠINY

FUNDA T.

ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Společné pracoviště ČVUT a UK

Abstract

Posturografie - Tato metoda se používá ke zjištění funkce rovnováhy a k určení stavu vestibulárních reflexů. Vyšetření se provádí na statické nebo pohyblivé balanční plošině, která se buď pohybuje dle zadaného programu (dynamická počítačová posturografie) nebo měří staticky rozložení váhy pomocí několika snímačů tlaku. S pomocí přerozdělení svalového tonu se pacient snaží udržovat rovnováhu. Test má několik stupňů složitosti. Tato metodika umožňuje zkoumat součinnost zrakové, vestibulární a svalové soustavy při zajišťování rovnováhy a provádět rehabilitaci podle speciálních programů, které zohledňují individuální zvláštnosti, charakter a stupeň rozvoje onemocnění. Počítačový program umožňuje vše toto řídit a zobrazovat všechny údaje v přehledných výstupech, tabulkách a grafech.

1 Úvod

Posturografie - Tato metoda se používá ke zjištění funkce rovnováhy a k určení stavu vestibulárních reflexů. Vyšetření se provádí na statické nebo pohyblivé balanční plošině, která se buď pohybuje dle zadaného programu (dynamická počítačová posturografie) nebo měří staticky rozložení váhy pomocí několika snímačů tlaku. S pomocí přerozdělení svalového tonu se pacient snaží udržovat rovnováhu. Test má několik stupňů složitosti. Tato metodika umožňuje zkoumat součinnost zrakové, vestibulární a svalové soustavy při zajišťování rovnováhy a provádět rehabilitaci podle speciálních programů, které zohledňují individuální zvláštnosti, charakter a stupeň rozvoje onemocnění. Počítačový program umožňuje vše toto řídit a zobrazovat všechny údaje v přehledných výstupech, tabulkách a grafech. [10]

Statická posturografie (statická počítačová posturografie - Static Computed Posturography, SCPG, stabilometrie), považovaná někdy za pouhou objektivizaci Rombergova testu, je založena na principu měření výkyvů souřadnic centra opěrných sil (centre of foot pressure, body's center of force, centre of gravity) během stoje vyšetřovaného. Na rozdíl od subjektivního pozorování však se jedná však o objektivní metodu, tzn. nezátíženou subjektivní interpretací, jejíž výsledky je možno dokumentovat graficky a především numericky. To umožňuje přesnější hodnocení poruchy rovnováhy, porovnávání a archivaci výsledků. [8]

Metoda je vhodným doplňkem ke standardnímu vestibulárnímu vyšetření, zejména u pacientů s poškozením CNS. Použití metody je rozšířeno zejména v neurologii, dále ORL (neurootologii) k posuzování rovnováhy. Hlavním přínosem se ukazuje kvantifikace rovnováhy, diskutovány jsou schopnosti metody i pro kvalitativní posouzení (hodnocení charakteru) poruchy rovnováhy stoje. [8]

2 Stabilometrická plošina

Při vlastním měření vyšetřovaný stojí na posturografické plošině, která je podložena snímači (minimálně po jednom snímači v každém rohu plošiny), které jsou schopné zaznamenat změnu COG (Centre of Gravity - těžiště).

Byla použita plošina Wii Fit Balance Board od firmy Nintendo. Jedná se o bezdrátovou podložku s několika senzory tlaku schopnou měřit místa zatížení. Umožňuje tak změřit rozložení váhy, spočítat celkovou váhu a také centrum těžiště pacienta stojícího na plošině. Deska obsahuje celkem čtyři snímače tlaku umístěné v rozích. Kovový vnitřní rám konstrukce zajišťuje dobrou pevnost. Povrchová úprava je z odolného a snadno omyvatelného bílého plastu. Na něm jsou vyznačena místa pro pravou a levou nohu a kříž vyznačuje rozdělení desky na pravo-levou a před-

zadní část (obrázek 1). Desku je třeba umísťovat při měření na pevnou podložku, aby nedocházelo ke zkreslení vlivem prohybu desky do podkladu.



Obr. 1: Wii Fit Balance Board (pohled z vrchu)

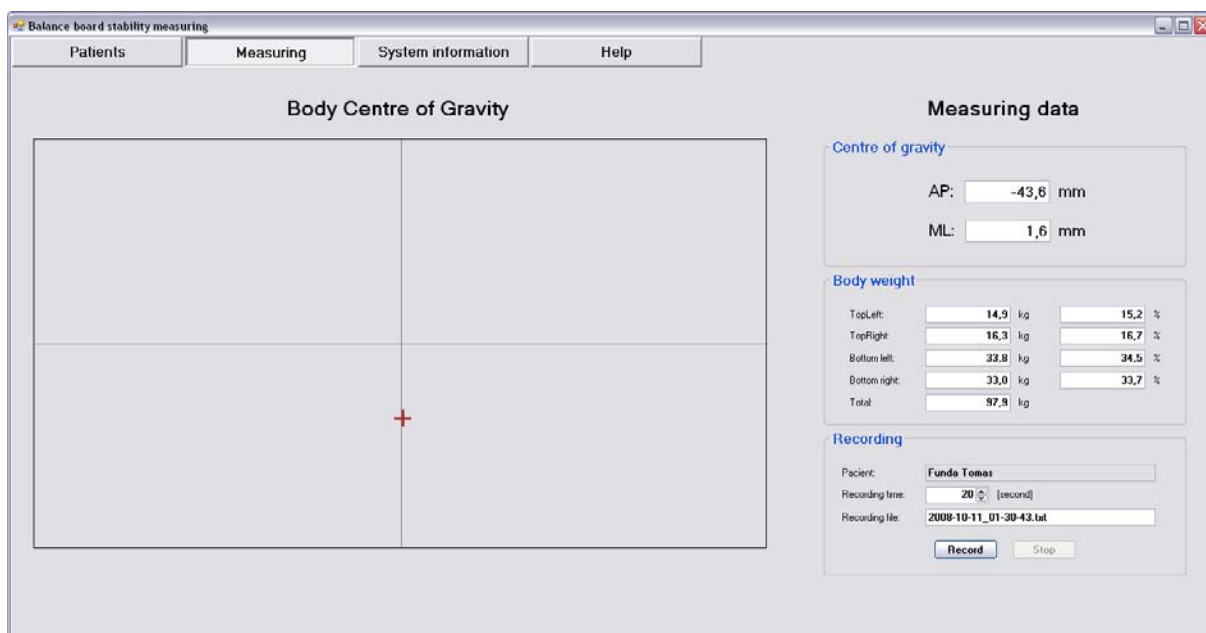
Na obrázku 2 je zobrazen pohled zespod desky. Je zde vidět senzory v rozích a kryt baterie pod nímž je synchronizační tlačítko. Pro výpočet COG jsou důležité vzdálenosti jednotlivých senzorů. Tlakové senzory jsou od sebe vzdáleny 43 cm na delší straně a 24 cm na straně kratší. Z těchto hodnot a z hodnot zatížení jednotlivých senzorů je možné přesně vypočítat vzdálenost těžiště od středu plošiny v mm. Tato hodnota je však zatížena chybou umístění nohou měřené osoby na podložce. K co nejpřesnějšímu změření COG je třeba si co nejlépe stoupnout na podložku na vyznačené plochy pro pravou a levou nohu.

Wii Fit Balance Board je napájen pomocí čtyř AA baterií nebo akumulátorů. K PC se připojuje pomocí bezdrátového rozhraní BlueTooth. V provozu vydrží na běžné baterie asi 60 hodin. Pod bateriovým krytem je umístěno synchronizační tlačítko k synchronizaci vysílacího zařízení s PC. Podrobný popis synchronizace lze nalézt zde [11]. Po přerušení spojení mezi deskou a PC je nutné synchronizaci opakovat.

Pro komunikaci s deskou byla použita knihovna WiimoteLib. Tato knihovna obsahuje všechny potřebné funkce pro komunikaci PC s deskou. Do této knihovny byly na základě znalostí vzdáleností tlakových snímačů doprogramovány funkce pro výpočet COG. [15, 16, 17, 18, 19]



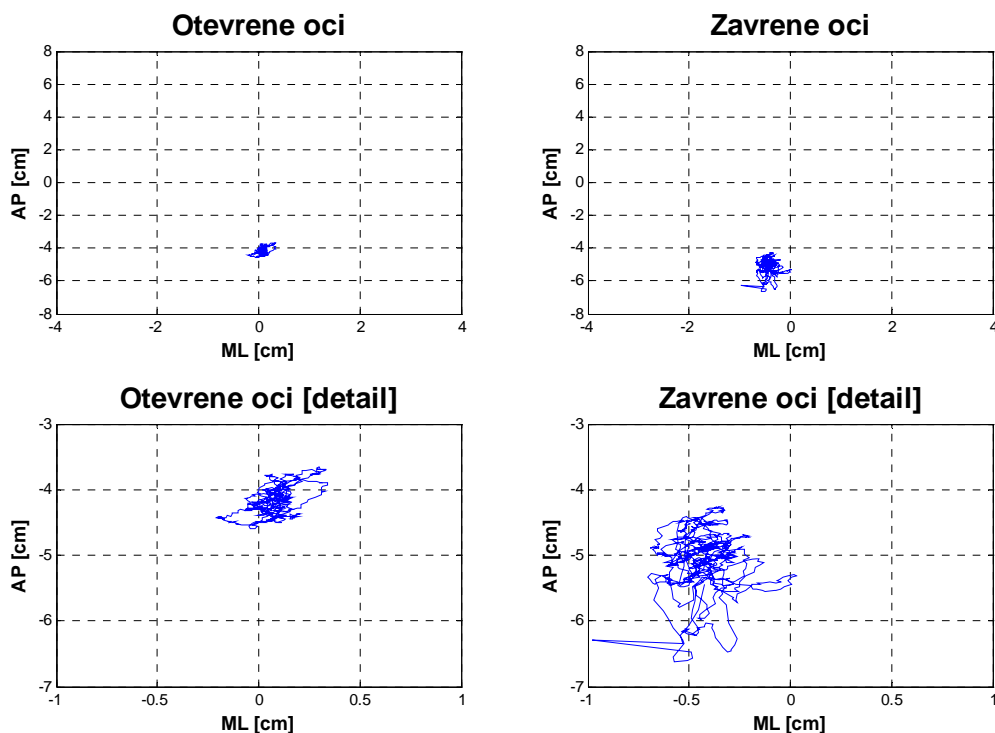
Obr. 2: Wii Fit Balance Board (pohled zespod)



Obr. 3: Okno s měření těžiště, rozložení tělesné váhy a záznamu signálu

3 Výsledky měření

V navrženém SW bylo provedeno několik pilotních měření a pro zpracování naměřených dat byl vytvořen script v prostředí Matlab. Zde je na ukázkou případ testu měření balance pro otevřené a zavřené oči. Z grafů a výstupních hodnot reportu je vidět nárůst výchylek v AP o 153 % a ML o 84 %. Celkové těžiště se v testu při zavřených očích posunulo o 0,5 cm doleva (měřená osoba stála při zavřených očích více na levé noze). Při otevřených očích bylo těžiště v ML směru uprostřed a AP bylo posunuto o normální hodnotu. Výsledky ukazují na drobné zvětšení nestability při zavřených očích (opticky byla měřená osoba schopna lépe udržovat stabilitu než pomocí vestibulárního aparátu) a mírnou laterální výchylku doleva. Hodnoty jsou však ještě v normě pro průměrně zdravého jedince.



Obr. 4: Výsledek měření na balanční plošině při otevřených a zavřených očích

Výstupní report scriptu:

Otevřené oči:

Maximalni vychylka AP: 0.932 cm

Maximalni vychylka ML: 0.549 cm

Zavřené oči:

Maximalni vychylka AP: 2.360 cm

Maximalni vychylka ML: 1.010 cm

Rozdil ve vychylkach:

Rozdil ve vychylce AP: 153.22 %

Rozdil ve vychylce ML: 83.97 %

4 Závěr

Vytvořený SW a M-file script umožňuje měřit a objektivně vyhodnocovat polohu těžiště měřené osoby a stanovit výchylku těžiště v předozadním i pravo-levém směru. Výsledky měření se vyobrazují do grafů a z těch se odečítají konkrétní hodnoty. Umožňuje jak měření v reálném čase, tak záznam měření pro archivaci a další analýzu. Všechna měření se ukládají pro každého pacienta do zvláštní složky. Je tak možné jednotlivá měření porovnávat a studovat vývoj zdravotního stavu daného pacienta. Statistickým zhodnocením a porovnáním výsledků u různých pacientů lze také dlouhodobě hodnotit vliv úspěšnosti terapie na dané onemocnění.

Již bylo provedeno několik vyšetření a zhodnocení výsledků měření. Výsledná podoba výstupů programu se opírá o zkušenosti pracovníků neurologické Kliniky v Nemocnici Motol a Kliniky fyzioterapie a rehabilitace na 1. LF Albertov, kteří program používají pro diagnostické a rehabilitační účely pacientů.

Poděkování

Tato práce byla podporována grantem MŠMT MSM6840770012 "Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství II".

Literatura

- [1] Sharp, J. Popis knihy Microsoft Visual C# 2005 - Krok za krokem. Computer Press a.s., Brno 2006, ISBN: 80-251-1156-3
- [2] SELLS, CH. C# a WinForms - programování formulářů Windows. Zoner Press, Brno 2005, ISBN 80-86815-25-0
- [3] PETZOLD, CH. Programování Microsoft Windows v jazyce C#. Softpress, Praha 2003, ISBN 80-86497-54-2
- [4] TROELSEN, A. C# a .NET 2.0 profesionálně. Zoner Press, Brno 2006, ISBN 80-86815-42-0
- [5] ČAKRT, O.; TRUC, M.; KOLÁR, P.; JEŘÁBEK, J. Vestibulární rehabilitace, principy rehabilitace pacientu s poruchou vestibulárního systému. Neurologie pro praxi. 2007, vol. 8, no. 6, s. 354–356
- [6] [on-line] <http://www.medical-tribune.cz/archiv/mpp/173/4661> [2008-05-28]
- [7] [on-line] <http://www.vertigoacademy.cz/zavrat/priciny/140/benigni-polohove-paroxysmalni-vertigo> [2008-05-28]
- [8] [on-line] http://cs.wikipedia.org/wiki/Statick%C3%A1_posturografie [2008-10-12]
- [9] [on-line] <http://www.caretta.cz/software/posturograph/teorie.asp> [2008-10-12]
- [10] [on-line] <http://www.vertigoacademy.cz/zavrat/prohlidka/152/vestibularni-testy> [2008-10-12]
- [11] [on-line] <http://www.dfki.de/iui/advanti/lab/faq.html> [2008-10-12]
- [12] [on-line] <http://www.codeplex.com/WiimoteLib> [2008-10-12]
- [13] [on-line] http://edutechwiki.unige.ch/en/Nintendo_Wii_balance_board [2008-10-12]
- [14] [on-line] http://www.wiibrew.org/wiki/Wii_Balance_Board [2008-10-12]
- [15] [on-line] <http://www.answers.com/topic/center-of-mass> [2008-10-12]
- [16] [on-line] http://en.wikipedia.org/wiki/Center_of_mass [2008-10-12]
- [17] [on-line] <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2269093> [2008-10-12]
- [18] [on-line] <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2525787> [2008-10-12]
- [19] Zatsiorsky, V., M. Kinetics of human motion. Human Kinetics, 2002. ISBN 0736037780

Funda Tomáš

ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Společné pracoviště ČVUT a UK, Studničkova 7, 120 00 Praha 2, e-mail: funda@fbmi.cvut.cz