

# Pravo-levorukost; házení šipek do terče jako test upřednostňování a výkonnosti

prof. MUDr. Jiří Tichý, DrSc.<sup>1</sup>, RNDr. Jaromír Běláček, CSc.<sup>2</sup>, Marek Nykl<sup>1</sup>, Ing. Nikola Kaspříková, Ph.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Neurologická klinika 1. LF UK a VFN, Praha

<sup>2</sup>Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK a VFN, Praha

Otázka pravorukosti a levorukosti je stále otevřenou kapitolou u neurovědních oborů. Vědomostí o lokalizaci řečových a dalších kortikálních funkcích mozkových hemisfér výrazně přibylo rozvojem neurozobrazovacích metod. Anatomico-fyziologická zkřížená cerebro-cerebelární propojení jsou dostatečně známa. Otázkám svalového tonu u mozečkového postižení bylo věnováno mnoho pozornosti. Překvapivě málo je ale údajů o fyziologické asymetrii svalového tonu na končetinách podle rukosti a lateralizace řečových i dalších symbolických funkcí. Česká škola v učení o problematice mozečkové dominance tvoří výjimku. Jak jsme již dříve zjistili, asi 50–60 % leváků má na končetinách asymetrii ve svalovém tonusu jako praváci. Zajímalo nás, zda lze nalézt vztah mezi mozečkovou dominancí podle fyziologické relativní hypotonie nedominantní horní končetiny a mezi její obratností. Zvolili jsme test házení šipek do terče. Leváci se při házení šipek projeví proti pravákům jako přesnější a obratnější, a to nejen při házení svojí dominantní levou horní končetinou, ale i při házení končetinou pravou. Podrobné statistické hodnocení uvádíme v textu.

**Klíčová slova:** pravo-levorukost, cerebelární dominance, svalový tonus, preference-performance test, házení šipek.

## Right-lefthandedness: arrow throwing at the target as a performance-preference test

The question of righthandedness and lefthandedness is still an open chapter in neuroscience disciplines. The knowledge about language and other symbolic cortical cerebral functions has increase due to advancement of neuroimaging methods. Anatomico-physiologic crossed cerebro-cerebellar interconnections are enough known. To the questions of muscle tone in cerebellar afflictions big attention has been dedicated. But surprisingly little data are presented about physiologic asymmetry in muscle tone on limbs in relation to handedness and to language and other symbolic functions. The czech neurologic school about cerebellar dominance represent an exception. As we have previously estimated about 50–60% lefthanded people show simillar asymmetry in muscle tone on limbs as righthanded. We were interested if there could be found a relation between cerebellar dominance estimated by means of physiological relative lower muscle tone on nondominant upper extremity and its adroitness. We have used a arrow target throwing test. Lefthanded during throwing manifest as more skilful and exact not only by using of their dominant left hand, but also usig their nondominant right upper extremity. Detailed statistic data are presented in the text.

**Key words:** right-lefthandedness, cerebellar dominance, preference-performance test, arrow tossing.

Neurol. praxi 2013; 14(3): 155–159

## Seznam zkratk

CNS – centrální nervový systém

COP – centra tlaku

DK – dolní končetina

HK – horní končetina

## Úvod

Pravorukost a levorukost jsou významnými součástmi mystéria laterality. Aktuální údaje o častosti výskytu asymetrií – rukosti, nohosti, okulární a sluchové dominance a jejich vzájemných vztazích – lze nalézt na stránkách wikipedia. Z pojednání o pravo-levorukosti jsme se omežili jen na některé práce (Oldfield, 1971; Komara, 1973; McManus et al., 1981; Annet, 1985; Bishop, Ross et Daniels, 1996; Bourassa, McManus et Bryden 1996; Gabbard, 1997; Bryden, Pryde et Roy, 2000; Gorynia et Egenter, 2000; Brown et al., 2004; Doyen et al., 2008; Bernard, Taylor et Seidler, 2011). V naší literatuře se lateralitě věnovali Henner,

1928; Žlab, 1972; Kováč, 1977; Drnková-Pavliková et Syllabová, 1983; Dvořáková et Zvolský, 1989; Synek, 1991; Vařeka, 2001; Zaatat et Vařeka, 2006; Tichý, 2006, 2008; Tichý et Běláček, 2008, 2009; Tichý et al., 2010; Tichý et al., 2012.

Při studiu laterality u většího počtu 9–11letých zdravých školáků (n = 366) jsme preferování pravé ruky našli u 93 % vyšetřených, preferování pravé nohy jen u 70 % (Tichý et Běláček, 2008, 2009).

Při našem studiu laterality u dospělých (Tichý, 2010, 2012) jsme se soustředili především na stanovení svalového tonu, který podle Hennerovy školy má být nižší na nedominantních horních i dolních končetinách (HK, DK).

Zjistili jsme, že DK se nechovají identicky jako HK. Při stanovení rukosti podle Edinburghského dotazníku (Oldfield, 1971) jsme pro určení cerebelární dominance u zdravých dospělých probandů použili test porovnání fyziologické větší hypotonie-pasivity na nedominantních končetinách

(Henner, 1928; Hrbek, 1977; Růžička et Amber, 2006). Zjistili jsme, že zatímco pravačky a praváci představují zcela homogenní skupinu, ve které horní končetiny podle svalového tonusu (klidového svalového napětí) odpovídají zkříženému propojení cerebro-cerebelárnímu a dominanci pro ruku. Dolní končetiny se chovají poněkud odlišně. U levorukých jsme nenalezli rozdíl ve stupni stranové pasivity-hypotonie mezi horními a dolními končetinami, jak jsme jej viděli u pravorukých.

Pohybová preference u dolních končetin dětí se nám jevila jako závislá na stupni náročnosti a paměťové diferenciaci. Procento preference stoupalo plynule od odrazu do dálky přes poskoky po jedné, kopání do míče až po psaní čísla, resp. písmena patou nohy vsedě na podlahu (Tichý et Běláček, 2008, 2009).

Při studiu dospělých zdravých osob jsme se snažili získat co nejhomogennější skupinu levaček-leváků a pravaček-praváků. Vyšetřovali

**Obrázek 1.** Komerční terč pro házení šipek

jsme je stejným způsobem jako zdravé školáky. Tím, že jsme každý test opakovali 10x, bylo vyšetření pasivit podle počtu kyvů v rameni, lokti a koleni přesnější.

Další zdokonalení přinesla objektivizace dokumentovaná elektromagnetickou registrací (Tichý et al., in preparation 2012).

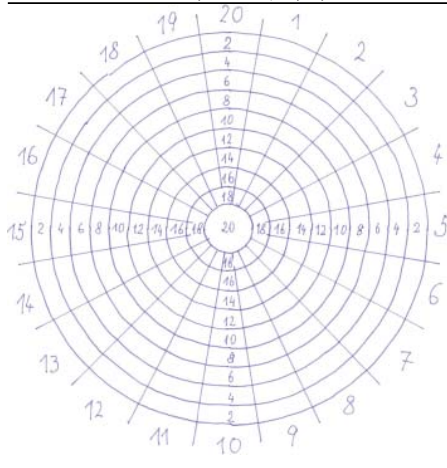
V tomto sdělení jsme se snažili zjistit, nakolik upřednostňování (preferenci) některé – pravé či levé horní končetiny – odpovídá i její lepší výkonnosti (performanci).

Jako test, který by mohl odpovědět na vzájemný vztah preference k výkonnosti jedné z HK jsme zvolili házení šipek do terče za standardních podmínek.

Na zpětnovazební kontrole přesnosti pohybu horní končetiny je vysoká účast mozečku nepochybná.

V literatuře jsou údaje o různých postupech ke zjišťování preference/performance a i o jejich významné shodě (Bourassa et al., 1996; Doyen et al., 2008).

V rámci laterality významnou polohu hraje i tzv. okulární dominance (Reiss a Reiss, 1997; McManus, Porac et Bryden, 1999). Preference pravého oka má ve zdravé populaci tvořit asi 65–75 % a podobně jako všechny kategorie laterality představuje samostatnou jednotku. Je-li dominantním okem oko pravé, stojí svojí asi 70% častostí výskytu v žebříčku asymetrií CNS v rámci laterality na předním místě. Nejvíce fyziologicky lateralizovanou funkcí jsou řečová centra v levé hemisféře (90–95%), pravorukost (90%), pak následuje okulární dominance pravého oka, vyskytující se asi u ¾ populace. Dominance dolní končetiny, zvaná nohovitost či nohost, tj. stupeň preference jedné z dolních končetin, se u zdravých pravorukých školáků lišila výrazně od jednoduchého úkonu, jakým je odraz do dálky (50%) přes poskakování po jedné (70%), kopání do míče (80%) až po psaní nohou

**Obrázek 2.** Překreslený terč na polystyrénovou desku

(98%) (Tichý et Běláček, 2008, 2009). Asymetrie resp. dominance pravého ucha byla nalézána asi u 60% osob (Porac et Cohen, 1981). Rovněž vestibulární dominance ukazuje nevýraznou asymetrii (Brandt et Dieterich, 1999; Dieterich, Bartenstein, Spiegel et al., 2005).

V této naší studii u zdravých dospělých pravo- a levorukých osob jsme použili test házení šipek do terče, který by mohl přispět k řešení vztahu preference k performanci dominantní ruky a k dalším jevům asymetrií v nervové soustavě, zejména k dominanci cerebelární.

### Metodika

Komerční dětský komplet (602592 Terč perforovaný – průměr 46 cm; dovozce Ing. Jan Říha) pro házení šipek do terče (obrázek 1) jsme překreslili na polystyrénovou desku, do které se šipky lépe zabodávaly a neodrážely se (obrázek 2).

Terč byl rozdělen na 10 koncentrických kruhů o šíři cca 2 cm, označených od periferie do centra čísla 2–18, jeho střed o průměru cca 4 cm byl označen jako č. 20 (obrázek 2).

V terči byly vyznačeny výseče, označené čísla 1–20 (obdobně jako na hodinách ve směru hodinových ručiček). Výseč č. 20 je symetricky kolem svislé osy nahoře, výseč č. 10 je dole (její střed odpovídá poloze 6. hodiny na hodinovém ciferníku), výseč č. 15 je na horizontále vlevo.

Terč jsme umístili do vzdálenosti 2,5 m s jeho středem ve výši ramen u sedící vyšetřované osoby. Každá z vyšetřovaných osob měla k dispozici 1–2 pokusné hody, poté opakovala 10 hodů pravou a deset hodů levou rukou. Všechny zkoušky byly prováděny za binokulárního vidění.

Hodnocení pro počítač jsme značili zlomkem. Například střed terče byl 20/20, zásah do nejzevnějšího okruží dolní výseče byl označen jako 2/10, druhé nejzevnější okrajové okruží v horizontální rovině vlevo zlomkem 4/15. Zásah těsně vedle centra v první výseči vpravo od horní vertikální

výseče č. 1 zlomkem 18/1 atp. Zásah mimo terč či nezabodnutí šipky jsme hodnotili číslem 0.

Při statistickém hodnocení, abychom mohli spolehlivě stanovit, zda šipky zasáhly pravou či levou polovinu terče (podobně horní a dolní kvadranty), jsme pokusy zasahující výseče 20 a 10 vynechali. Ostatní výsledky jsme počítali z polohy, kdy střed terče byl nahoře veden mezi výsečí 20 (vlevo od středu a výsečí 19 vpravo) a v dolní polovině terče mezi výsečemi 9 vlevo od středu a výsečí 11 vpravo od vertikální osy jdoucí středem terče.

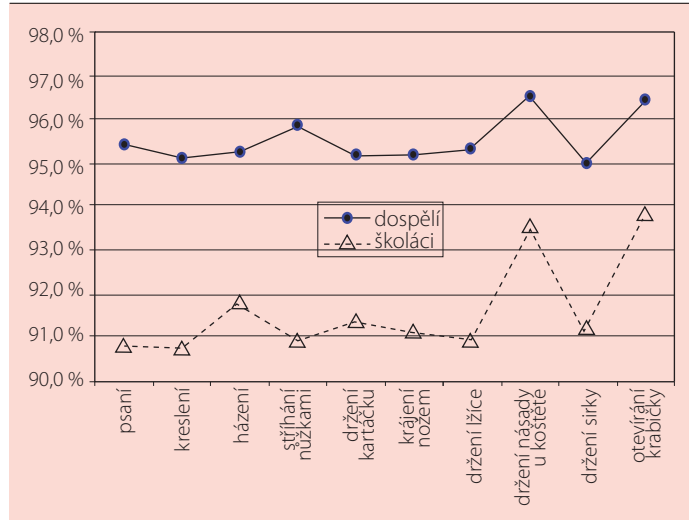
### Výsledek a statistické vyhodnocení

Na rozdíl od klasifikace použité u školních dětí dělicí je na 100% praváky a na 100% leváky podle souhlasných odpovědí na 6 otázek E-dotazníku nejvýznamnějších pro „rukost“ – jsme v této sestavě zdravých dospělých osob použili symetrickou definici laterálních skupin (100% leváci – 100% praváci), využili k jejich dělení klasifikaci podle kumulativního skóre „nula-jedničkových měř“ pravé laterality, založené na všech 10 otázkách Edingburghského dotazníku. Tento přístup nám umožnil nejlépe porovnávat (komparovat) výsledky zjišťování svalového tonu, ať již byly vyšetřovány palpačně a vizuálně či kvantifikovány po registraci elektromagnetickými čidly, umístěnými nad zápěstími a nad kotníky DK (viz jinde – Tichý et al., in preparation 2012).

ROC analýza klinického vyšetření pasivit na končetinách ukázala na statisticky vyšší predikční schopnost nižšího svalového tonu na HK (v zápěstí a v lokti) pro klasifikaci do laterálních skupin (a naopak) nežli u DK. ANOVA analýza pro opakovaná měření počtu kyvů a intenzity tlumení při volném pádu končetin z extenze potvrdila vyšší svalový tonus na laterálně dominantních končetinách, tj. u praváků vpravo a u leváků vlevo jak při volném pádu předloktí a bérců, tak i po patelárním reflexu (grafy 1–4).

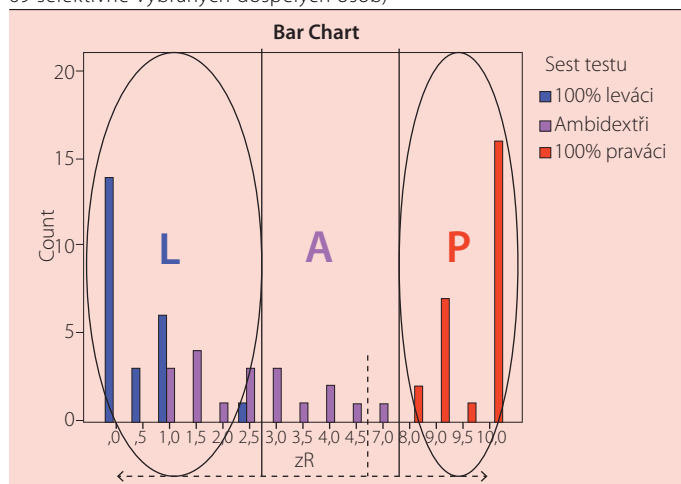
Rozdíl v přesnosti, rozptýl hodnot jednotlivých pokusech 10x opakovaného házení šipek do terče prokázal, že mezi použitím dominantní a nedominantní HK je vysoce signifikantní ( $p < 0,001$ ) rozdíl, a to jak u pravorukých, tak i u levorukých osob. Výsledky levou rukou u leváků byly přesnější a koncentrované poněkud více na levý horní kvadrant na rozdíl od většího rozptýlení jednotlivých hodů pravou rukou u praváků, cílených převážně do pravého horního i dolního kvadrantu pravé poloviny terče. Pro demonstraci jsme vybrali 4 odpovídající jedince ze 61, kteří měli hodnotitelné pokusy v házení šipek, kdy v celé sestavě vyšetřovaných šlo o zaznamenání 610 hodů. V grafice skaterogramu se mohou sumovat zásahy do jednoho místa viz grafy 1–4.

**Graf 1.** Cronbachovo  $\alpha$  po vyloučení každé z deseti položek E-dotazníku – výsledek pro soubor dospělých (N = 69) v porovnání se souborem školáků (N = 366)



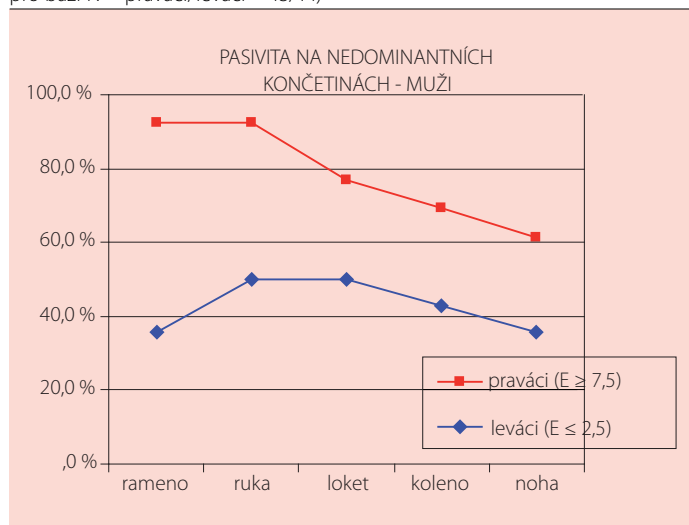
Cronbachovo  $\alpha$  v % po vyloučení každé z deseti položek E-dotazníku je vypočteno podle vzorce  $\alpha = (100 \cdot 9/8) * (1 - \sum_{i=1, \dots, 9} \sigma_i^2) / \sigma^2$ , kde  $\sigma_1^2 \dots \sigma_9^2$  jsou rozptyly zbývajících položek a  $\sigma^2$  rozptyl celkového (zbytkového) součtového skóre. Protože  $\alpha \geq 90\%$ , což je požadovaná hladina pro hodnocení reliability testu u dvou a více výkonů, lze E-dotazník považovat za vnitřně konzistentní. Jako nejméně konzistentní položky E-dotazníku jsme identifikovali (souhlasně pro soubor dospělých i pro soubor školáků) testy "Držení nůžky u koštěte" a "Otevírání krabičky/víčka"; jejich eliminace z dotazníku vede k výrazně vyšším hodnotám Cronbachova  $\alpha$  než při vyloučení ostatních.

**Graf 2.** Distribuční rozložení celkového skóru (součtu) 10 odpovědí E-dotazníku (při ohodnocení odpovědí "vlevo = 0", "ambi = 0,5", "vpravo = 1") podle původní klasifikace skupin podle šesti nejvýznamnějších testů (N = 69 selektivně vybraných dospělých osob)

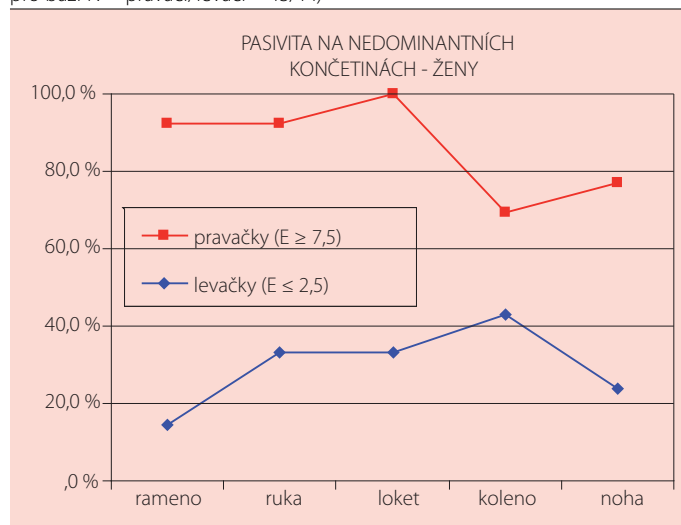


Původní klasifikaci do laterálních skupin ("100% Leváci"; "100% Praváci" a "Ambidextři") podle souhlasných odpovědí na 6 nejdůležitějších testů E-dotazníku ("Psaní", "Kreslení", "Střihání nůžkami", "Krájení nožem", "Držení lžice", "Držení sirky") jsme nahradili symetrickou definicí podle celkového součtu z'R všech 10 odpovědí E-dotazníku: "Leváci (zR ≤ 2,5)"; "Praváci (zR ≥ 7,5)" a "Ambidextři (2,5 < zR < 7,5)". Tato symetrická definice vykazuje nejvyšší diskriminaci laterálních fenoménů pro všechny námi doposud měřené ukazatele (dotazníkovým, palpačním, vizuálním a elektronickým vyšetřením) a minimalizuje podíl osob ve zbytkové skupině "Ambidextři" (v rámci souboru N = 69 dospělých na 11,6%, u reprezentativního souboru N = 366 dětí z pražských základních škol na 6,3%).

**Graf 3.** Procenta pasivity na nedominantních končetinách pro muže (procenta pro bázi N = praváci/leváci = 13/14)



**Graf 4.** Procenta pasivity na nedominantních končetinách pro ženy (procenta pro bázi N = praváci/leváci = 13/14)



Nedominantními končetinami rozumíme „pro Praváky levou“ a „pro Leváky pravou“ (HK či DK). Z grafů je zřejmá vyšší homogenita skupiny pravorukých vůči levorukým (nezávisle na pohlaví) a vyšší pasivita zápěstí a lokte u mužů (bez ohledu na laterální skupinu) a u pravorukých žen. U ramene námi zjištěná pasivita (vizuálním a palpačním vyšetřením) obdobně zobecňující závěry neumožňuje.

Při analýze stranové odchylky od středu terče se při statistickém vyhodnocení metodou ANOVA prokázal, jako statisticky významný ( $p < 0,001$ ) faktor vypovídající o tom, zda proband hází dominantní či nedominantní rukou. Při hodech pravou rukou u praváků i u leváků dopadaly šipky v průměru napravo od středu, při hodech levou rukou dopadaly šipky v průměru nalevo od středu, a to u obou skupin.

Při analýze výškových odchylek od středu terče se při použití metody ANOVA neukázal statisticky významný ani faktor rukosti, ani skutečnost, zda proband hází levou nebo pravou rukou a v jakém pořadí.

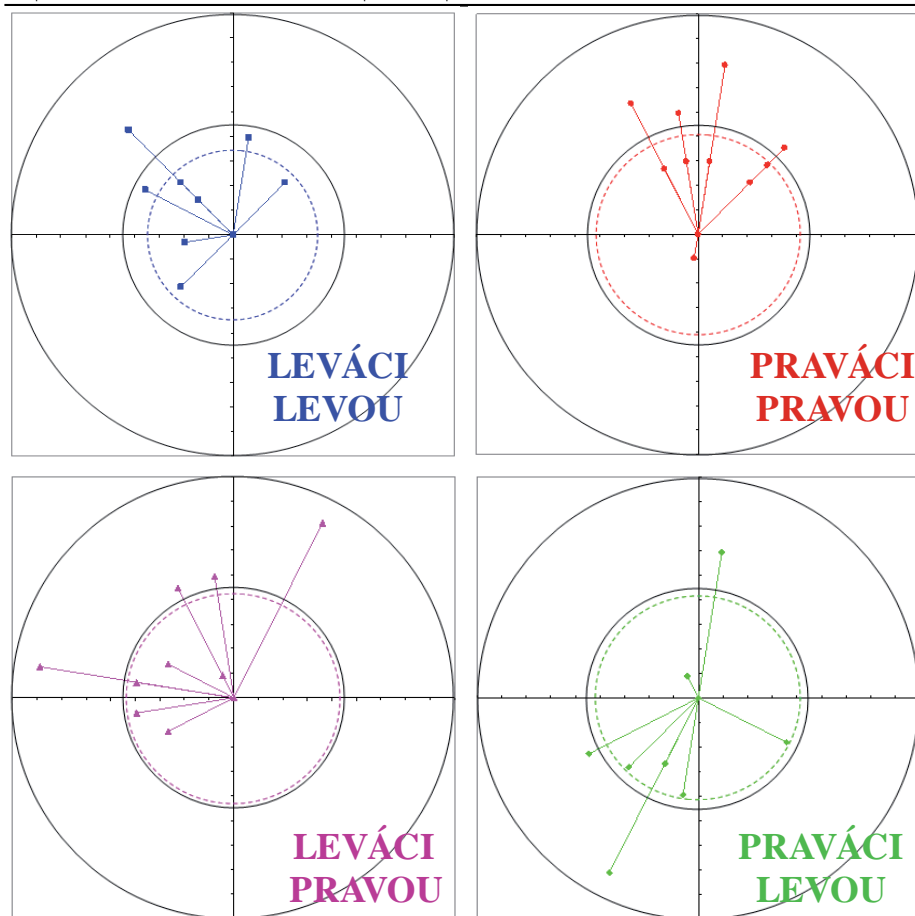
**Fenómén jakéhosi „naučení“** se neprojevil. Šipky dopadaly v průměru nad střed terče, nicméně výsledky měření nepodporují zamítnutí hypotézy, že se odchylka neliší od nuly (na hladině významnosti 0,05). Průměrná přesnost hodů levou

rukou praváky a pravou rukou leváky je zhruba stejná, zatímco přesnost hodů levou rukou leváky je vyšší než přesnost hodů pravou rukou u praváků.

## Diskuze

Při hodnocení výsledků jsme očekávali odpovědi na otázky, **do jaké míry** je pravá ruka u praváků a levá u leváků obratnější, zda se liší praváci od leváků a jak velký byl rozptyl jednotlivých hodů v jednotlivých skupinách, zda byl

**Graf 5a–d.** Výsledky házení do terče levou a pravou rukou (vsedě) pro typické reprezentanty laterálních skupin (N = Praváci/Leváci=26/35; obě pohlaví společně)



Na grafických schématech výše jsou schematicky zobrazeny výsledky deseti opakování pokusů pro typické reprezentanty 4 skupin (praváci/N = 35/ vs. leváci/N = 25/házející pravou vs. levou rukou vsedě na cíl). Poloměry čárkovaných kružnic značí průměrnou vzdálenost všech úspěšných zásahů od středu terče pro každou ze skupin. Nejlepších výsledků bylo dosaženo ve skupině leváků házejících levou rukou, jejichž nejmenší průměrná vzdálenost od středu terče se statisticky významně liší od průměrné vzdálenosti odhadnuté pro zbyvajících 3 skupiny. Dále byly shledány statisticky významné rozdíly mezi hody provedenými pravou rukou s průměrem shledaným v pravé polovině terče a levou rukou v levé polovině terče (vůči vertikální ose procházející středem terče), a to nezávisle na příslušnosti k laterální skupině (praváci vs. leváci).

patrný rozdíl mezi prvními 5 pokusy a dalšími 5, kdy se mohl uplatnit fenomén „naučení“.

Největší zájem o problematiku laterality byl koncem minulého století (Žlab, 1972; Komara, 1973; Porac et Coren, 1981; Annett, 1985).

Lokalizace řečových center dostala nové rozměry díky fMRI a dalším neurovizuálním metodám. Počty prací o lateralitě přesahují mnoho desítek tisíc. Podle jednoho sloganu separátní otisky položené na sebe by představovaly sloupec vyšší než 10 metrů!

O zkřížené „dominanci“ mozečku je v literatuře s výjimkou Hennerovy české školy relativně málo informací, např. v klíčové monografii o mozečku (Ito, 1984) není ani zmínka o fyziologické asymetrii ve svalovém tonu a kloubové pasivitě v rámci rukosti (laterality). Mezi testy preference a performance (Doyen et al., 2008) jsme námi užívaný test házení šipek do terče nenalezli.

V pojmovologii tzv. cerebrální (hemisféralní) zkřížené dominance není jednoty.

Doporučujeme vždy podrobněji uvádět, o jakou zkříženou dominanci (crossed dominance) jde. Lze nalézt např. pravorukost a levostrannou okulární dominanci (Bourassa, McManus et Bryden, 1996) preferenci pravé ruky při lepší výkonnosti levé, pravorukost u jedinců s řečovými centry v pravé hemisféře či motorické řečové centrum v pravém front. laloku a sensorická řečová centra v hemisféře levé.

Oldfieldův (1971) Edingburghský dotazník jsme použili jako populární a pro výběr a rozřazení materiálu nejvhodnější. Na rozdíl od námi vyšetřovaných 9–11letých zdravých školáků jsme při vyšetřování zdravých dospělých osob nepoužili dělení na pravoruké či levoruké ženy a muže a na ambidextry, ale využili E-dotazník podle 7,5 a 2,5 rozložení jednotlivých otázek (Tichý et al., 2012) (graf 2).

Vznikly tak 2 srovnatelné skupiny – výrazně homogennější skupina pravaček a praváků a skupina leváků.

Osm probandů z původní skupiny 69 dospělých nemělo úplné údaje jednotlivých vyšetření. Leváci se ukázali při testování performance jako obratnější, než praváci.

Testování pohybové asymetrie se věnovali Balasubramaniam a Turvey (2000). Autoři vyšetřovali malou skupinu praváků a leváků a projevy odchylky od vertikály při stoji. Předpokládají dva systémy svalových skupin kolem kyčlí a kotníků, ovládaných „centrem tlaku (COP)“, a jejich aktivitu lze měřit tlakem mezi nohou a podložkou. Užívají velmi sofistikovaný stabilometr a laserovou informaci o poloze trupu. Měření prováděli opakovaně po 30 s. Praváky a leváky charakterizovali podle dotazu, kterou rukou užívají pro házení a kterou nohu pro kopnutí do míče. Podle našich zkušeností obě tyto otázky a námi prováděné testy odpovídají asi 80% shodě s rukostí. V našich měřeních jsme záměrně používali výchozí polohu pro házení šipek vsedě, abychom vyřadili antigravitační reakce na svalový tonus končetinového a trupového svalstva. Všeobecně přijímaná doba střídání tonu v těchto svalových skupinách ve stoji je asi 20 sec., aby nedocházelo k jejich únavě. Autoři nenalezli přesvědčivých rozdílů mezi praváky a leváky, obě skupiny se chovaly zrcadlovitě, jen variabilita v cílení a v úchylce od vertikály byla menší u leváků.

Otázek na laterality lze vytvořit nekonečný počet. Z 10 otázek největší variabilitu ukázal dotaz č. 8, tj. která ruka drží horní konec násady nástroje (lopaty, kopáče, ve sportu např. hokejky – kde mylně hlasatelé považují pravoruké za leváky podle toho, na kterou stranu hokejka míří!) a otázky č. 10, kterou rukou otevíráme víčka. Dělení 7,5–2,5 umožňuje dokumentovat téměř plynulý přechod mezi levorukostí a pravorukostí.

## Závěry

Výsledky v přesnosti a rozptylu hodnot jednotlivých pokusů ukázaly, že je vysoce signifikantní rozdíl při použití dominantní a nedominantní HK, a to jak u pravorukých, tak i u levorukých osob ( $p > 0,001$ ). Výsledky levou rukou u leváků byly přesnější a koncentrované na levý horní kvadrant na rozdíl od většího rozptylu jednotlivých hodů pravou rukou u praváků, cílených převážně do pravého horního a dolního kvadrantu pravé poloviny terče. U leváků byly výsledky v přesnosti hodů nedominantní, tj. pravou horní končetinou, signifikantně lepší ( $p > 0,05$ ) než hody praváků jejich nedominantní levou HK.

*Tato práce byla vytvořena za podpory MŠMT v rámci řešení projektu MSM 0021620816 (Patofyziologie neuropsychiatrických onemocnění a její klinické aplikace – vedoucí projektu: prof. MUDr. R. Rokyta, DrSc.*



## Literatura

1. Annett M. Left, right, hand and brain: the right shift theory. London: Erlbaum 1985.
2. Balasubramaniam R, Turvey MT. The handedness of postural fluctuations. *Human Movement Science* 2000; 19(6): 67–684.
3. Bishop DVM, Ross VA, Daniels MS. The measurement of hand preference: A validation study comparing three groups of right-handers. *British Journal of Psychology*. 1996; 87: 269–295.
4. Bourassa DC, McManus IC, Bryden MP. Handedness and eye-dominance: A meta-analysis of their relationship. *Laterality* 1996; 1(5):36.
5. Brandt T, Dieterich M. The vestibular cortex. Its locations, functions, and disorders. *NY Acad Sci*. 1999; 871: 293–312.
6. Brown SG, Roy EA, Rohr LE, Snider BR, Bryden PJ. Preference and performance measures of handedness. *Brain and Cognition* 2004; 55: 283–285.
7. Bryden PJ, Pryde KM, Roy EA. A Performance measure of the degrees of hand preference. *Brain and Cognition* 2004; 55: 283–285.
8. Cronbach JL. Coeficiend alpha and the internal structure. *Psychometrika*. 1951; 16: 297–334.
9. Dieterich M, Bense S, Lutz S, Drzezga A, Stephan T, Bartenstein P, Brandt T. Dominance for Vestibular Cortical Function on the Non-dominant Hemisphere. *Cereb.Cortex* 2003; 13(9): 994–1007.
10. Doyen AL, Dufour T, Caroff X, Cherfouh A, Carlier M. Hand preference and hand performance: Gross – sectional developmental trends and family resemblance in degrees of laterality *Laterality* 2008; 13(2): 179–197.
11. Drnková-Pavliková, Syllabová R. Záhada leváctví a praváctví. Avicenum Praha, 1983: 88.
12. Dvořáková M, Zvolský P. Motorická a senzorická laterality u pražské populace. *Sborník Lékařský*, 1989; 91: 11–12, 353–359.
13. Gorynia I, Egenter D. Intermanual coordination in relation to handedness, familiar sinistrality and lateral preferences. *Cortex* 2000; 36: 1–18.
14. Henner K. Příznaky vznikající z nadměrné činnosti mozečku. Praha: Grégr a syn, 1928.
15. Hrbek J. Nový výklad převládající pravo-rukosti, dominance levé hemisféry a pravé mozečkové hemisféry. *Ces Slov Neurol N* 1978; 41/74(3): 145–165.
16. Ito M. *The Cerebellum and Neural Control*. Raven Press Books New York 1984.
17. Komara D. The asymmetry of the human brain. *Scientific American* 1973; 228: 70–78.
18. Krkljes M. Regulation of Muscle Tonus. *Med Pregl*. 1990; 43: 172–174.
19. McManus IC, Porac, Bryden, Boucher R. Eye dominance, writing hand, and throwing hand. *Laterality* 1999; 42: 173–192.
20. Oldfield RC. The Assessment and Analysis of Handedness: The Edingurgh Inventory. *Neuropsychologia* 1971; 9: 97–113.
21. Porac C, Coren S. *Lateral Preferences and Human Behavior*. New York: Springer Verlag, (1981).
22. Reiss MR, Reiss G. Ocular dominance: some family data. *Laterality* 1997; 2(1): 7–16.
23. Růžička E, Ambler Z in: Ambler Z, Bednařík J, Růžička E, et al. *Klinická Neurologie Triton*. 2004; (4): 143–166.
24. Synek F. Záhada levorukosti: Asymetrie u člověka, Praha. *Horizont* 1991. 175.
25. Tichý J. Vír vlasů – geneticky vázaný jev při vyšetřování fenotypu praváctví a hemisféralní dominance. *Čas lék čes* 2006; 145(12): 995–998.
26. Tichý J, Běláček J. Pravo/levorukost a preference druhostranné dolní končetiny. Testování laterality a mozečkové dominance. *Ces Slov Neurol N* 2008; 71/104(5): 552–558.
27. Tichý J. Rukost a nohost v závislosti na dominanci mozku a mozečku. *Vesmír* 2009; 30/09.
28. Tichý J, Běláček J. Laterality in children: cerebellar dominance, handedness, footedness and hair whorl. *Activitas Nervosa Superior rediviva* 2009; 51(1–2): 9–2.
29. Tichý J, Běláček J, Charvát P, Nykl M, Polková D, Voleman M, Peterová V, Krásenský J, Kaspříková N. Mozečková dominance v rámci laterality. *Čes. Slov. Neurol N*. 2010; 73/106(Suppl. 2): 11.
30. Tichý J, Běláček J, Nykl M, Kaspříková N. Stanovení mozečkové dominance podle asymetrie svalového tonu končetin. *Čes Slov Neurol N*. 2012; 75/108(3): 334–343.
31. Žlab Z. Dyslexie, laterality a pravo-levá orientace. *Česká logopedie* 1972: 21–22.

Článek doručen redakci: 20. 2. 2012

Článek přijat k publikaci: 26. 6. 2012



**prof. MUDr. Jiří Tichý, DrSc.**  
Neurologická klinika 1. LF UK a VFN  
Kateřinská 30, 128 08 Praha  
jtichy@lfcuni.cz