proLékaře.cz | 3.5.2024

Pravo/levorukost a preference druhostranné dolní končetiny. Testování laterality a mozečkové dominance

Right-Lefthandedness and Crossed Foot Preference. Testing of Laterality and Cerebellar Dominance

Souhrn

Mozečkovou dominanci ve vztahu k pravo/levorukosti jsme sledovali u 221 zdravých školáků ve věku 9–11 let. Použili jsme Edinburský dotazník, vyplněný dětmi ve spolupráci s rodiči a doplněný několika dalšími testy na protokol o 34 úkolech. Zjišťovali jsme preferenci jedné z dolních končetin pro „skok do dálky" (místnost), poskakování po jedné a pro kopání do míče. Tyto testy laterality jsme porovnali s nálezy „Hennerovy" mozečkové dominance, projevující se fyziologickou relativní svalovou hypotonií a větší exkurzibilitou (pasivitou) v následujících kloubech: ramenním (větší synkinézy nedominantní paže při chůzi), větší „kloubní hrou" v lokti, zápěstí, koleni a na noze, odpovídající funkci nedominantní poloviny mozečku (hemisféry), tj. u praváků levé a u leváků pravé. Malá skupina ambidextrů (n = 42) se více podobala 100% pravákům (n = 166). Variabilita nálezů u 100% leváků (n = 13) byla větší než u praváků. Za nejspolehlivější testy pravo- či levorukosti, obsažené v Edinburském dotazníku, považujeme těchto šest zkoušek: psaní, kreslení, držení nůžek, nože, lžíce a sirky při škrtání. Z námi přidaných testů pak držení klíče při odmykání. Procentuální struktury těchto zkoušek jsou navzájem neodlišitelné ($p < 0,001$). Významnou shodu ($p < 0,01$) jsme nalezli mezi pravorukostí a levostrannou pasivitou na končetinách v lokti, zápěstí, koleni a na noze, významnou ($p < 0,02$) pro synkinézy paže. Zajímavým zjištěním byla preference levé dolní končetiny u poloviny praváků a pravé u poloviny leváků pro skok „do dálky", která se ale neprojevila změnou ve shora popsané kloubní pasivitě ($p < 0,05$). Při testování poskoků na jedné a zejména při kopání do míče se preference dolní končetiny výrazně přibližovala preferenci pravé horní končetiny, tedy pravorukosti; zrcadlově u leváků ne tak zřetelně.

J. Tichý[1], J. Běláček[2]

[1] Neurologická klinika 1. LF UK a VFN v Praze

[2] Ústav biofyziky a informatiky 1. LF UK a VFN v Praze

✉ prof. MUDr. Jiří Tichý, DrSc.
Neurologická klinika
1. LF UK a VFN
Kateřinská 30
128 00 Praha 2
e-mail: jiri.tichy@lf1.cuni.cz

Přijato k recenzi: 31. 1. 2008
Přijato do tisku: 13. 6. 2008

Klíčová slova

pravo/levorukost – cerebelární dominance – zkřížená preference nohy

Key words

right-lefthandedness – cerebellar dominance – crossed foot preference

proLékaře.cz | 3.5.2024

Abstract

Cerebellar dominance in relation to right and left-handedness was studied in 221 healthy school children aged 9–11 years old. The Edingburgh Questionnaire, completed jointly by children and their parents, was used in combination with a number of other tests to produce a report comprising 34 items. Foot preference for "long jump" (in the room), skipping and ball kicking was recorded. These laterality tests were compared with "Henner's" cerebellar dominance, determined by physiological relative hypotonia and enlarged excursibility (pasivity) in the following joints: shoulder -enlarged synkineses on non-dominant arm during walking, greater "joint play" in elbow, wrist, knee and ankle corresponding to the function of non-dominant cerebellar halves (hemisphere), i.e. left in right-handed people and right in left-handed people. A small group of ambidextrous people (n = 42) was more similar to the group of 100% right-handed people (n = 166). Greater variability was found in 100% left-handed people (n = 13) than among the right handed. The following tests in the Edingburgh Questionnaire were found to be most reliable in determining of right- or left-handedness: writing, drawing, holding a knife, scissors, spoon, match-striking and using a key (added by us). The percentage structure of these tests was mutually indistinguishable ($p < 0.001$). Significant correspondence ($p < 0.01$) was found between right-handedness and left-side limb passivity in the elbow, wrist, knee and ankle, and for arm synkinesis ($p < 0.02$). An interesting finding was a preference for the left foot in a half of right-handed people and the right in a half of left-handed people in the long jump, which was not reflected by a change in joint passivity as described above ($p < 0.05$). In tests of skipping and kicking a ball the foot-preference was highly similar to that for upper limb, i.e. right-handedness; mirror imaging amongst the left-handed was less pronounced.

Úvod

Od Hennerovy stěžejní publikace o mozečkových funkcích včetně „neocerebelární dominance", která je na zkřížené, tj. protilehlé straně, než je dominantní hemisféra velkého mozku, uběhlo mnoho desítek let [1]. Česká neurologická škola se vždy hlásila k Hennerovu odkazu [2,3]. Literatura o mozečkové patologii je téměř nepřehledná. Původní představy o lateralitě a o „shodném" spojení „rukosti" (handedness) s lokalizací řečových center v levé hemisféře u praváků a v pravé u leváků bylo třeba korigovat. Na základě funkčních testů (zvláště fMRI: funkční magnetické rezonance) 90–95 % jedinců všech etnik má řečové okruhy lokalizovány v levé hemisféře. Až 70 % čistých leváků mluví a vnímá řeč levou hemisférou [4–10]. Shoda mezi udávanou „pravorukostí", jež se vyskytuje přibližně u 90 % dospělých, a lokalizací řečových funkcí v levé hemisféře je jen zdánlivá. V řadě publikací bylo poukazováno na shodu

Tab 1. Dotazník ku zjišťování pravorukosti či levorukosti. Označte, prosím, v tabulce kroužkem „P" (pravá) či „L" (levá), které ruce dáváte přednost při běžném používání (sloupec I). V případě, že je vám to „jedno", zakroužkujte „obě". V případě naprosté převahy používání jedné ruky (nikdy jste se nesnažili použít druhé ruky), označte v sloupci II slovo „Ne" (prvních 10 otázek odpovídá originálnímu Edinburskému dotazníku).

Když konáte:	Sloupec I Které ruce dáváte přednost a užíváte:	Sloupec II Užíváte druhou ruku k této činnosti vůbec někdy:
psaní	L P obě	ano ne
kreslení	L P obě	ano ne
házení	L P obě	ano ne
stříhání nůžkami	L P obě	ano ne
držení kartáčku na zuby	L P obě	ano ne
krájení nožem	L P obě	ano ne
držení lžíce	L P obě	ano ne
držení násady (horní ruka) koště, lopata aj.	L P obě	ano ne
škrtání sirkou	L P obě	ano ne
otevírání krabičky, víčka	L P obě	ano ne
při otevírání dveří klíč držíte v	L P různě	
při navlékání jehly nit držíte v	L P různě	
vázání šátku, kravaty, šňůry kolem pasu provádí ruka	L P obě	
při česání drží hřebínek ruka	L P obě	
kterou nohou kopete do balónu	L P oběma	
kterým okem se díváte do klíčové dírky	levým pravým různě	

Dotazník obsahoval následující informace: jméno, stáří, resp. číslo dotazníku, škola, třída.

proLékaře.cz | 3.5.2024

mezi geneticky daným pravotočivým vírem vlasů, vyskytujícím se u 90 % bílé populace [11], a lokalizací fatických funkcí v levé hemisféře [12–14]. Tuto souvislost někteří [15,16] připouštějí, novější práce však ukazují, že mezi výskytem pravotočivého víru vlasů v parasagitální parieto-okcipitální oblasti vlasaté části hlavy (kapilicia) nad pravou polovinou lbi u 85–90 % jedinců není statisticky významná závislost [17–19]. Především u žen není pravotočivý vír vlasů ve shodě s pravorukostí [18,19]. Problematika laterality, zejména její genetiky [19–23], je velice složitá a dosud nevyjasněná. V tomto sdělení jsme se zaměřili na vyhodnocení vzájemného vztahu mezi „rukostí" a mozečkovou dominancí. O dalších námi sledovaných jevech laterality se zmíníme jen okrajově.

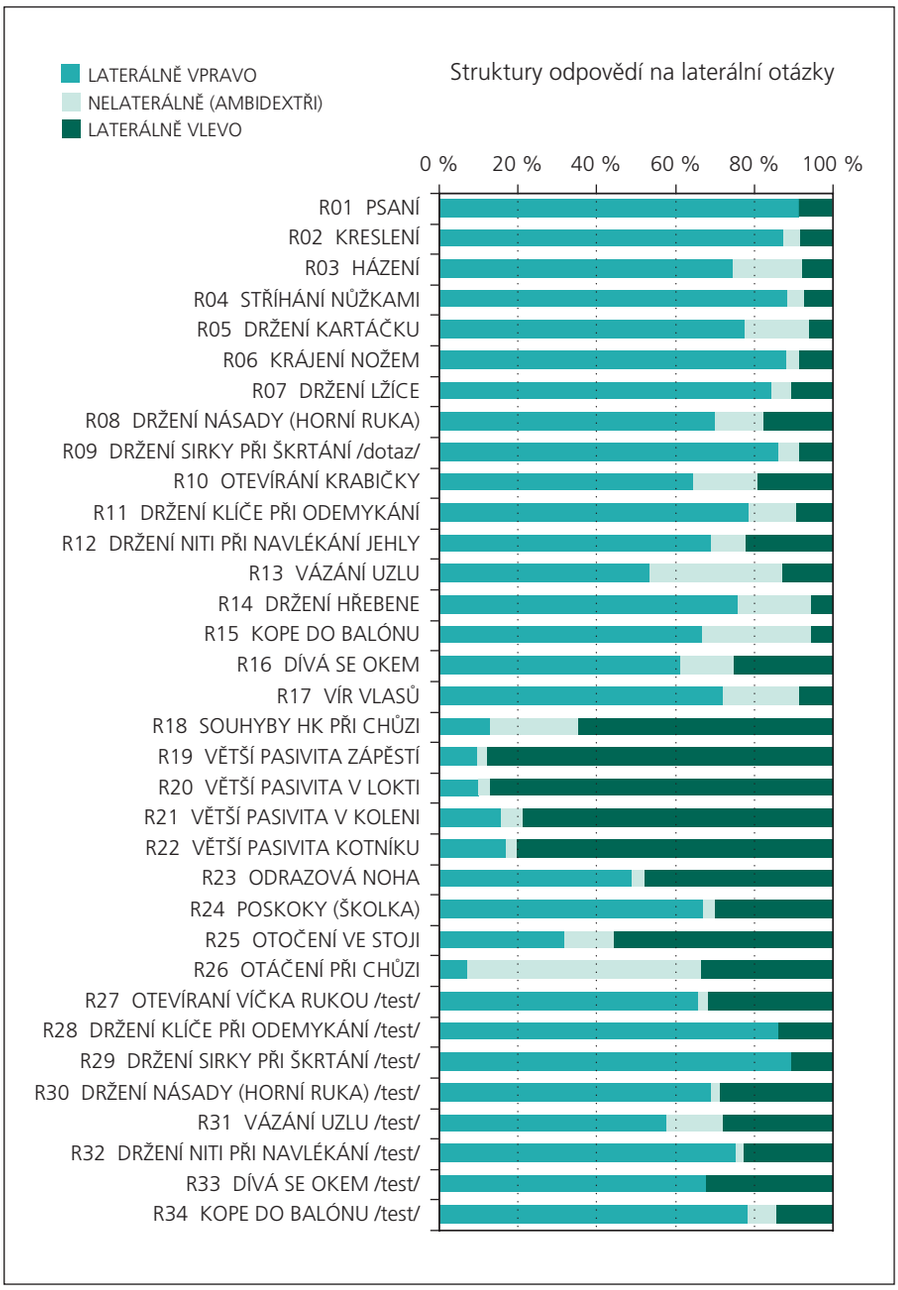
Materiál

Vyšetřili jsme 221 zdravých dětí základních škol v Praze 1 a 2. Se souhlasem etické komise VFN jsme cestou přes vedení škol požádali rodiče dětí o vyplnění dotazníku (tab. 1), jehož prvních 10 bodů je převzato z velmi populárního Edinburského dotazníku [24]. Vyplněné formuláře a souhlas s vyšetřením dětí podala naprostá většina dotázaných. Děti jsme vyšetřovali v místnostech školy pro zájmovou činnost. Vyšetřované děti byly v lehkém domácím sportovním oblečení. Vždy 2–3 jedinci čekali na testování celé řady úloh. Děti nebyly v nepohodě či pod stresem. Mozečkovou dominanci jsme testovali stanovením asymetrie v pasivitě paže (tj. v ramenním kloubu), loketním kloubu, v zápěstí (pasivita „ruky"), kolenním kloubu a v kloubech hlezna (kotník, nárt = pasivita nohy).

Vyšetřování exkurzibility bylo opakováno v jednotlivých lokalitách třikrát. Stranu větší pasivity jsme zaznamenali. Větší souhyby jedné paže při chůzi jsme sledovali po projití se několikrát po místnosti po dráze asi 5 m dlouhé. Testování mozečkové pasivity hodnotil vždy stejný examinátor (JT), statistické metody [39] a další zpracoval profesionální statistik (JB).

Výsledky

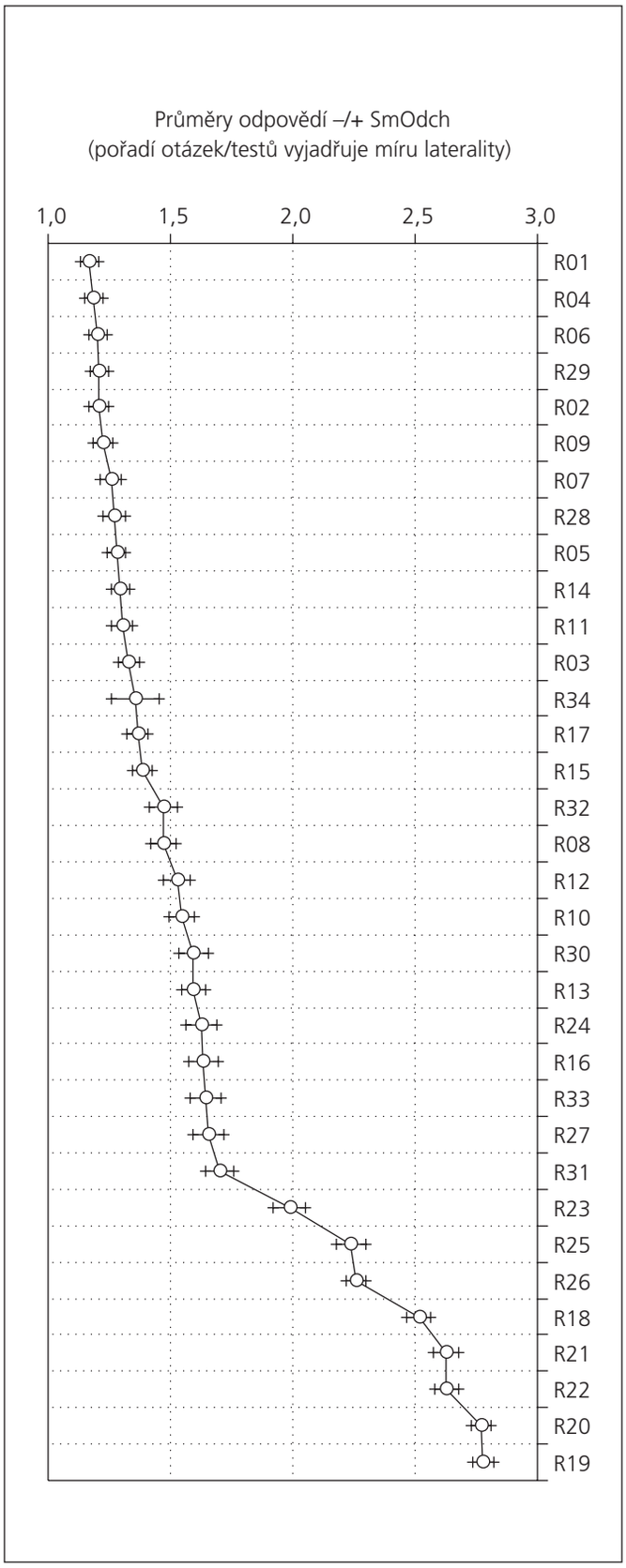
Nejdříve byly u všech dětí zaznamenány výsledky jednotlivých zkoušek laterality



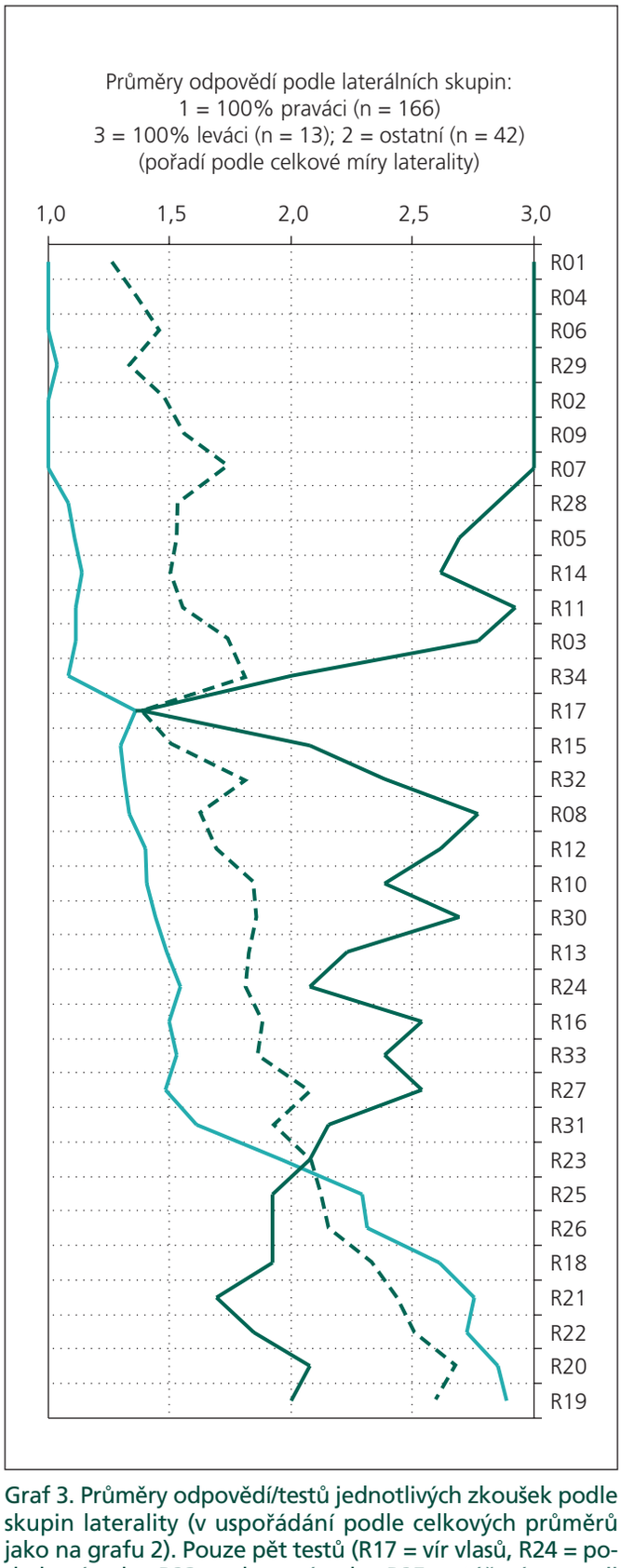
Graf 1. Procentuální rozložení struktur odpovědí/testů na jednotlivé zkoušky laterality (pro celý soubor n = 221; pro test R34 n = 56). Prvních 10 otázek odpovídá originálnímu E-dotazníku.

(celkový počet otázek a testů v protokolu byl 34). Jejich procentuální rozložení ukazuje graf 1. Seřazení průměrů a (±) směrodatných odchylek u jednotlivých nálezů v trichotomickém uspořádání (1 = 100 % vpravo a 3 = 100 % vlevo) ukázalo (graf 2) šest statisticky neodlišitelných a pro stanovení „rukosti" nejspolehlivějších otázek Edinburského dotazníku (R01, R02, R04, R06, R07 a R09 – vlevo nahoře) a protilehlou (zrcadlovou) reprezentaci pěti testů větší fyziologické mozečkové pasivity (R18, R19, R20, R21 a R22 – vpravo dole). Na grafu 2 je dále patrná stoupající preference dolní končetiny z neutrální polohy kolem 50 % pro skok „do dálky" (R23) k „poskakování po jedné" (R24) až ke „kopání do míče" (R34), kdy se volba nohy blíží k preferenci ruky.

proLékaře.cz | 3.5.2024



Graf 2. Průměry odpovědí/testů jednotlivých zkoušek v uspořádání podle celkových průměrů (z hodnot 1 = nález vpravo; 3 = nález vlevo; 2 = ostatní).



Graf 3. Průměry odpovědí/testů jednotlivých zkoušek podle skupin laterality (v uspořádání podle celkových průměrů jako na grafu 2). Pouze pět testů (R17 = vír vlasů, R24 = poskoková noha, R23 = odrazová noha, R25 = otáčení – ve stoji a R26 = otáčení – při chůzi) je statisticky nezávislých na „rukosti“ (příslušnosti ke skupině 100% praváků nebo leváků).

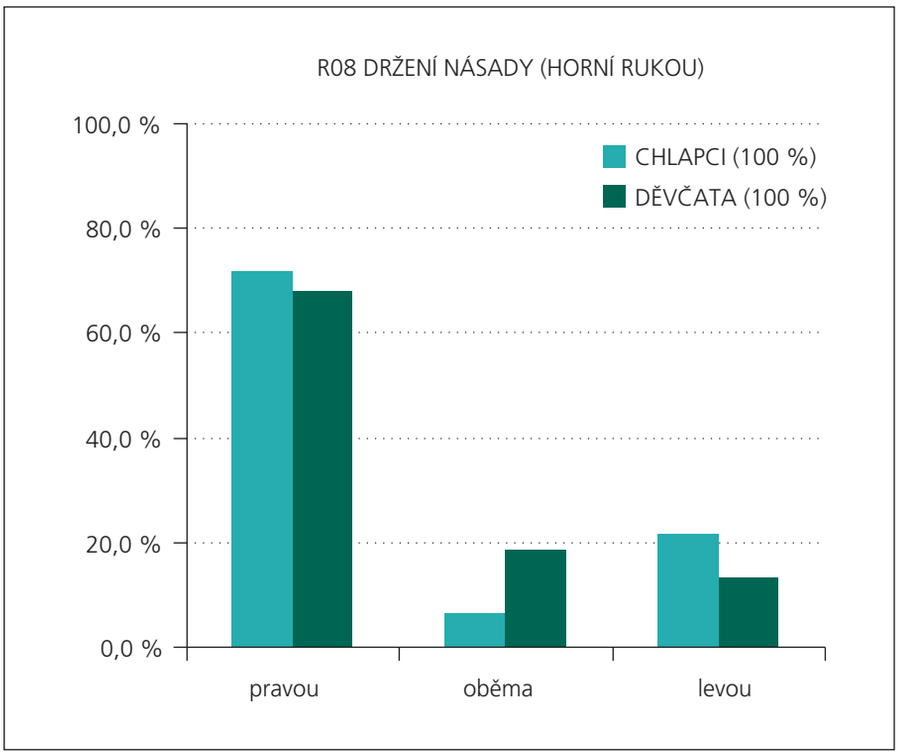
proLékaře.cz | 3.5.2024

Soubor 221 dětí jsme rozdělili podle Edinburského dotazníku na 100% praváky (n = 166), ambidextry (n = 42) a 100% leváky (n = 13) bez ohledu na pohlaví. Prosté průměry míry laterality (v uspořádání otázek/testů jako na grafu 2) ukazuje graf 3.

Z něj je patrno, že z 34 námi sledovaných zkoušek se ukázalo jen pět (R17, R23, R24, R25 a R26) jako statisticky významně nerozlišujících praváky, leváky a ambidextry.

Nerozlišitelnost odpovědí, resp. výsledku testů mezi jednotlivými zkouškami jsme ve všech případech hodnotili prostřednictvím chí-kvadrát testů homogenity [39] na hladině spolehlivosti 95 %.

Rozdílné odpovědi mezi chlapci a děvčaty (kromě víru vlasů, o kterém se zde zmiňujeme jen okrajově) přinesly tyto odpovědi: R08 = držení násady (koštěte!) a R13 = vázání uzlu a R25 = otočení ve stoji. Na grafu 4 a 5 jsou v kroužcích zobrazeny statisticky významně se odlišující skupiny.



Graf 4. Porovnání distribučních rozložení odpovědí na otázku R08 mezi chlapci a děvčaty. Kroužkem jsou vyznačeny statisticky signifikantně rozlišitelné skupiny (chí-kvadrát = 8,527; p = 0,014; v kategorii „oběma“ děvčata > chlapci).

Diskuze

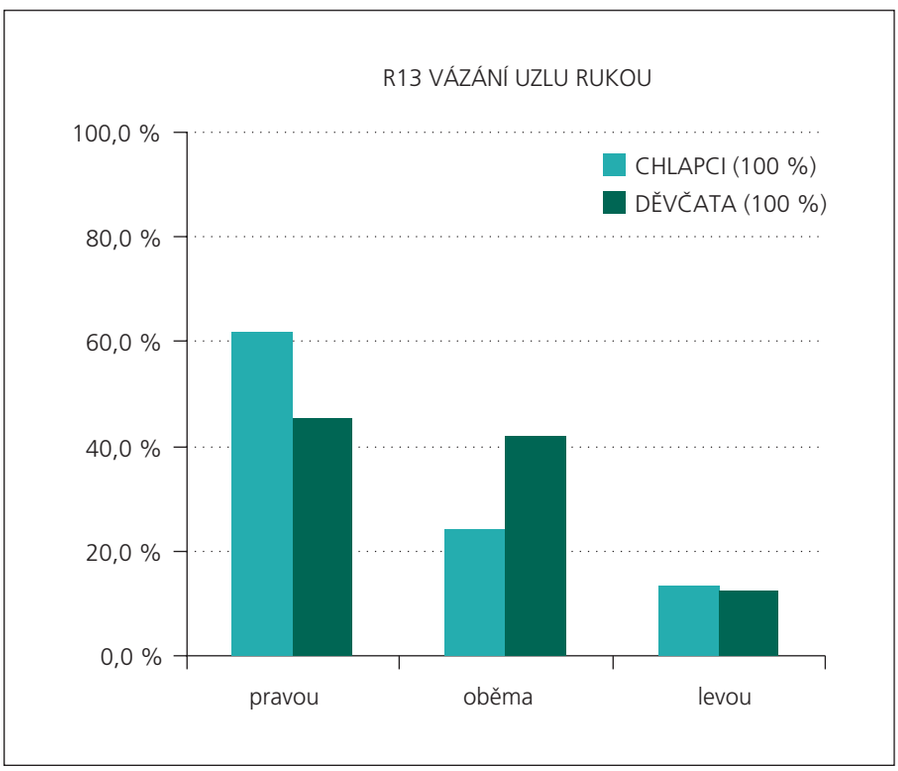
Kortiko-ponto-cerebelární spojení ze všech laloků jsou anatomům i neurofyziologům dobře známá. Jejich dráhy jsou zřejmě plně interpolovány v nuclei pontis [25,26].

Původní představy o čistě motorické zpětnovazební regulaci volních i automatických pohybů jsou v poslední době doplňovány zjišťováním kognitivních funkcí mozečku [27,28].

Problematikou lokalizace řečových center jsme se zde nezabývali, je ale třeba se zmínit o tom, že existují „zkřížené afázie“ [29, 30], je známa základní distribuce múzických funkcí, a to rytmu tam, kde je řeč, rozeznávání tónů kontralaterálně [31].

O spolupráci obou hemisfér – zejména v závislosti na profesionalitě, notopisu, hudební encyklopedické paměti atd. – nemůže být pochyb [32].

Zjištění preference levé či pravé dolní končetiny ve stejném poměru (1 : 1) u praváků i leváků pro nejpřirozenější a pro lokomoci značně podobný automatický pohyb, tj. odraz pro „skok do dálky“, bylo do jisté míry překvapivé. Čím je pohyb diferencovanější (v pořadí:



Graf 5. Porovnání distribučních rozložení odpovědí na otázku R13 mezi chlapci a děvčaty. V kroužcích jsou uvedeny statisticky signifikantně rozlišitelné skupiny (chí-kvadrát = 7,951; p = 0,019; v kategorii „pravou“ chlapci > děvčata; v kategorii „oběma“ děvčata > chlapci).

proLékaře.cz | 3.5.2024

skok do dálky – poskoky po jedné – kopání do míče), tím se preference dolní končetiny v procentech přibližuje k preferenci ruky.

Lateralita, jak jsme se již zmínili, má mnoho dosud nevysvětlených projevů a souvislostí, což rovněž posouvá naše představy o „jednotné dominanci" a jejím stanovování, např. podle Matějčka a Žlaba [33]. Pro stanovení „čistých" praváků či leváků je podle našich nálezů vhodné používat jen těchto sedm následujících otázek či úkolů: psaní, kreslení, držení nůžek, nože, sirky při škrtání a lžíce, event. klíče při odmykání. Každé další rozšiřování dotazníků na desítky otázek a úkolů se nám zdá neekonomické a z hlediska čistě neurologického ne zcela nutné. Podrobnějším testováním se zabývají psychologové. Samostatnou problematiku testování „rukosti", „nohosti" a dalších funkcí v rámci „laterality" pak představuje srovnávání preference a performance [33–35]. Veliká složitost leváctví a praváctví byla mnohokrát popsána [36].

Úloha dominance (preference) dolní končetiny je méně jasná, než je tomu u ruky [34–37]. V dalším výzkumu laterality a mozečkových funkcí pro nohu u stejně starých dětí plánujeme zařadit test psaní čísel a kreslení nohou (patou) na podložce. Zde bychom očekávali preferenci ještě bližší preferenci té které ruky. Široký problém laterality [38] je přes obrovský pokrok v neurovědách stále otevřený. Nabízí se hypotéza, že mezi levostrannou a pravostrannou hemisferální dominancí a zkříženým propojením se subkortikálními strukturami včetně zkříženým propojením s mozečkem pro dolní končetiny existuje řada přechodových forem.

Procento dědičnosti a vlivu prostředí není dostatečně známo.

Literatura

1. Henner K. Příznaky vznikající z nadměrné činnosti mozečku. Praha: Grégr a syn 1928.

2. Hrbek J. Nový výklad převládající pravorukosti, dominance levé mozkové hemisféry a pravé mozečkové hemisféry. Cesk Slov Neurol N. 1978; 41/74(3): 145–165.

3. Vymazal J et al. Základy obecné neurologie. 2nd ed. Praha: Universita Karlova 1980: 98–106.

4. Knecht S, Dräger B, Deppe M, Bobe L, Lohmann F, Flöel A et al. Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. Brain 2000; 12: 2512–2518.

5. Szaflarski JP, Binder JR, Possing, ET, McKiernan KA, Ward BD, Hammeke TA. Language lateralization in left-handed and ambidextrous people: fMRI data. Neurology 2002; 59(2): 238–244.

6. Khedr EM, Hamed E, Said A, Basahi J. Handedness and language cerebral lateralization. Eur J Appl Physiol 2002; 87(4–5): 469–473.

7. Isaacs KL, Barr WB, Nelson PK, Devinski O. Degree of handedness and cerebral dominance. Neurology 2006; 66: 1855–1859.

8. Basic S, Hajnsek S, Poljakovic Z, Basic M, Culic V, Zadro I. Determination of cortical language dominance using functional transcradial Doppler sonography in left handers. Clin Neurophysiol 2004; 115(1): 154–160.

9. Pujol J, Deus J, Losilla JM, Capdevila A. Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. Neurology 1999; 52(5): 1038–1043.

10. Reiss M, Reiss G. Current aspects of handedness. Wien Klin Wochenschr 1999; 111(24): 1009–1018.

11. Samlaska CP, James WD, Sperling LC. Scalp whorls. J Am Acad Dermatos 1998; 21: 553–556.

12. Klar AJ. Human handedness and scalp hair-whorl direction develop from a common genetic mechanism. Genetics 2003; 165(1): 269–276.

13. Klar AJ. A 1927 study supports a current genetic model for inheritance of human scalp hair-whorl orientation and hand-use preference rraits. Genetics 2005; 170(4): 2027–2030.

14. Weber B, Hoppe Ch, Faber J, Axmacher N, Fliessbach K, Mormann F et al. Association between scalp hair-whorl direction and hemispheric language dominance. Neuroimage 2006; 30(2): 539–543.

15. Tichý J. Vír vlasů – geneticky vázaný jev při vyšetřování fenotypu praváctví a hemisferální dominance. Čas Lék čes 2006; 145: 995–998.

16. Beaton AA, Mellor G. Direction of hair whorl and handedness. Laterality 2007; 12(4): 295–301.

17. Scott NM, Weinberg SM, Neiswanger K, Brandon CA, Marazita ML. Hair whorls and handedness: informative phenotypic markers in nonsyndromic cleft lip with or without cleft palate (NS CL/P) cases and their unaffected relatives. Am J Med Gen A 2005; 136(2): 158–161.

18. Jansen A, Lohmann H, Scharfe S, Sehlmeyer C, Deppe M, Knecht S. The association between scalp hair-whorl direction, handedness and hemispheric language dominance: is there a common genetic basic of lateralization? Neuroimage 2007; 35(2): 853–861.

19. Tichý J, Běláček J. Vlasový vír a mozková dominance. Medical Tribune 2007; 3(12): A15.

20. Warren DM, Stern M, Duggirala R, Dyer TD, Almasy L. Heritability and linkage analysis of hand, foot, and eye preference in Mexican Americans. Laterality 2006; 11(6): 508–524.

21. Francks C, Fisher SE, Marlow AJ, MacPhie IL, Taylor KE, Richardson AJ et al. Familial and genetic effects on motor coordination, laterality, and reading-related cognition. Am J Psychiatry 2003; 160(11): 1970–1977.

22. Annett M. Cerebral asymmetry in twins: predictions of the right shift theory. Neuropsychologia 2003; 41(4): 469–479.

23. Thompson PM, Cannon TD, Narr KL, van Erp T, Poutanen VP, Huttunen M et al. Genetic influences on brain structure. Nat Neurosci 2001; 4(12): 1253–1258.

24. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. Neuropsychologia 1971; 9(1): 97–113.

25. Petrovický P et al (eds). Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi. Martin: Osveta 2001: 357–365.

26. Guyton AC. Textbook of Medical Physiology. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1986: 632–649.

27. Timmann D, Daum I. Cerebellar contributions to cognitive functions: a progress report after two decades of research. Cerebellum 2007; 6(3): 159–162.

proLékaře.cz | 3.5.2024

28. Hu D, Shen H, Zhou Z. Functional asymmetry in the cerebellum: A brief review. Cerebellum 2007; 13: 1–10.
29. Khateb A, Martory MD, Annoni JM, Lazeyras F, de Tribolet N, Pegna AJ et al. Transient crossed aphasia evidenced by functional brain imagery. Neuroreport 2004; 15(5): 785–790.
30. Chee MW, Buckner RL, Savoy RL. Right hemisphere language in a neurologically normal dextral: a fMRI study. Neuroreport 1998; 9(15): 3499–3502.
31. Košťálová M, Bednařík J, Mechl M. Amuzie jako heterogenní syndrom odrážející modulární strukturu muzického systému. Cesk Slov Neurol N 2006; 69/102(5): 381–388.
32. Tichý J. Poruchy vnímání a konání hudby – amuzie. FORUM 2006; 1: 56.
33. Matějček Z, Žlab Z. Návrh na jednotné hodnocení a vyšetřování laterality. Otázky defektol 1961; 4: 109.
34. Zverev YP, Mipando M. Cultural and environmental influences on footedness: cross-sectional study in urban and semi-urban Malawi. Brain Cogn 2007; 65(2): 177–183.
35. Kapreli E, Athanasopoulos S, Papathanasiou M, Van Hecke P, Strimpakos N, Gouliamos A et al. Lateralization of brain activity during lower limb joints movement. An fMRI study. Neuroimage 2006; 32(4): 1709–1721.
36. Dittmar M. Functional and postural lateral preferences in humans: interrelations and life-span age differences. Hum Biol 2002; 74(4): 569–585.
37. Kang Y, Harris LJ. Handedness and footedness in Korean college students. Brain Cogn 2000; 43(1–3): 268–274.
38. Drnková-Pavlíková Z, Syllabová R (eds). Záhada leváctví a praváctví. 2nd ed. Praha: Avicenum 1991.
39. Kasal P, Svačina Š et al (eds). Lékařská informatika. Praha: Karolinum 1998: 188–192.

www.pro-folia.com