

ROBUST 2010, 31.1.-5.2.2010

**LATERALITA
Z POHLEDU ROC ANALÝZY**

*Jaromír Běláček (BioStat při ÚBI 1.LF UK Praha);
Jiří Tichý – Neurologická klinika 1.LF UK;
Pecha Ondřej, Novák Marek – BioStat*

Lateralita – definice (viz. abstrakt)

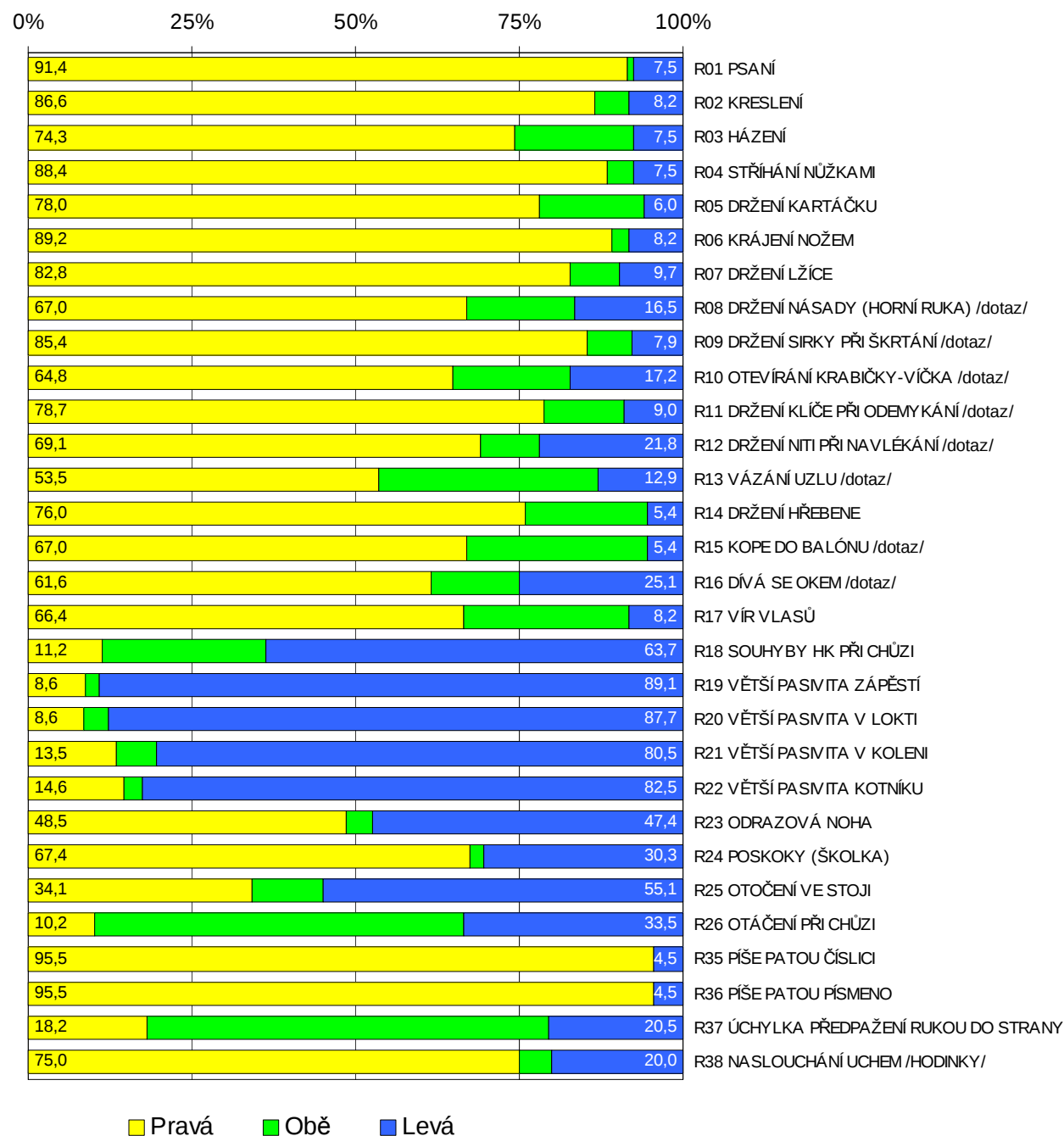
- Lateralitou rozumíme označení pro asymetrii ve větší fyziologické angažovanosti levé či pravé části lidského těla při různých aktivitách, jmenovitě u horních a dolních končetin, u mozkových hemisfér (řečové a symbolické funkce) nebo např. u párových smyslových orgánů (okulární či vestibulární dominance). Měření laterality se tradičně provádí buď testováním vybraných položek prostřednictvím dotazníku (zda jsou úkony prováděné pravou či levou končetinou nebo oběma), monitorováním mozku prostřednictvím funkční magnetické rezonance (fMRI) či jinou specializovanou zobrazovací lékařskou technikou.

Lateralita – vyšetření školáků

- R.2006 (prof.Tichý) - I/ vyšetření souboru N=221 zdravých dětí ve věku 9-11 let z několika pražských škol; školáci vyplnili rozšířený E-dotazník (16 otázek /R01-R16/ na lateralitu) a byly podrobeni několika testům (R17: vír vlasů; R18: synkineze HK a DK; R19-R22: pasivita kloubní hry na HK a DK; R24-R26: skoky, poskoky a otáčení se v prostoru; R27-R34: verifikace /fyzické testy/ některých činností vyplněných v E-dotazníku);
- R.2008 – II/ soubor školáků byl doplněn ještě o dalších N=47 dětí a testy rozšířeny o další 4 (R35-R38: preference nohy při psaní číslice a písmene patou, R37: úchylka předpažení rukou do strany při chůzi na místě, R38: preference ucha při naslouchání);
- R.2009 – III/ soubor znovu rozšířen o dalších N=98 dětí; t.č. má soubor N=366 vět-výsledků zkoušek kódovaných na každé položce hodnotami (1-„P“; 3-„L“; 2-„A“) – některých položek se však vyskytují chybějící údaje.

Procenta odpovědí na jednotlivé zkoušky:

data
II:2006-8
/N=268/

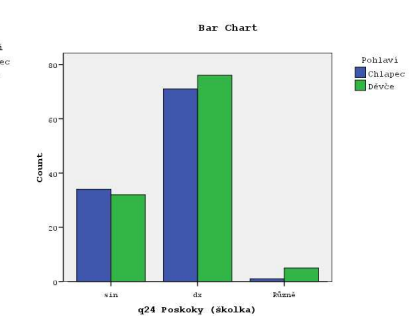
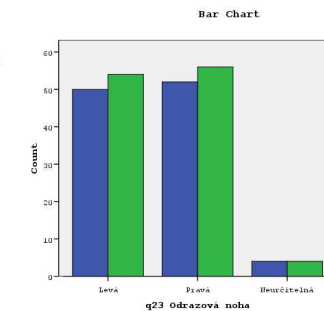
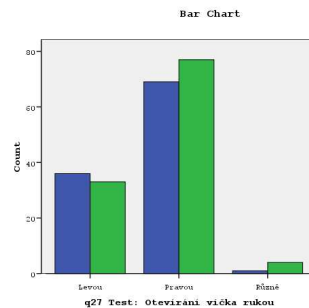
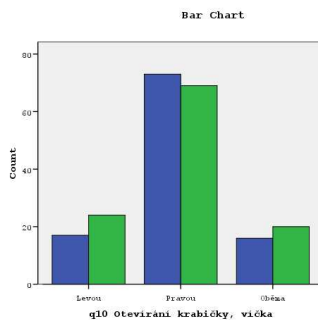
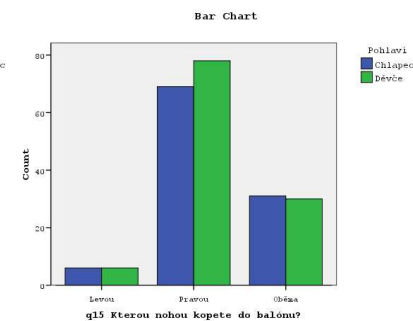
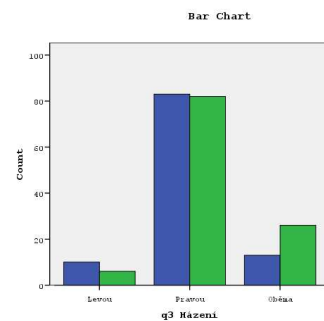
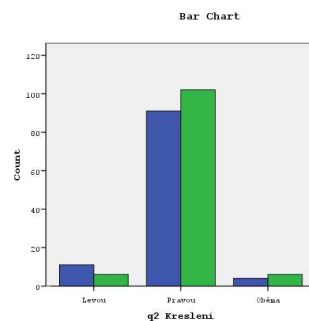
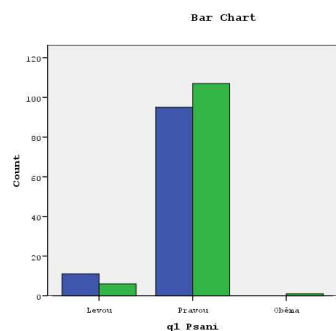


Lateralita – metodika zpracování I/

Otázky přímo vztažené k „praváctví/leváctví“ (ukázky distribučních rozložení podle pohlaví): „Kterou rukou a) R01: píše, b) R02: kreslí, c) R03: hází, d) R15: kterou nohou kope do balónu?“;

„Kterou rukou otevírá krabičku, víčko - e) R10: dotazník vs. f) R27: test?“ – shledány statisticky významné rozdíly /McNemarův test/ mezi odpověďmi v dotazníku a skutečností!

„Kterou nohou se odráží g) R23: při skoku do dálky, h) R24: na které noze poskakuje?“ – výsledkem jsou i velmi odlišné distribuce oproti předchozím!!



Vír vlasů

Ukázky genotypu „vír vlasů“:

a) „ve směru HR“



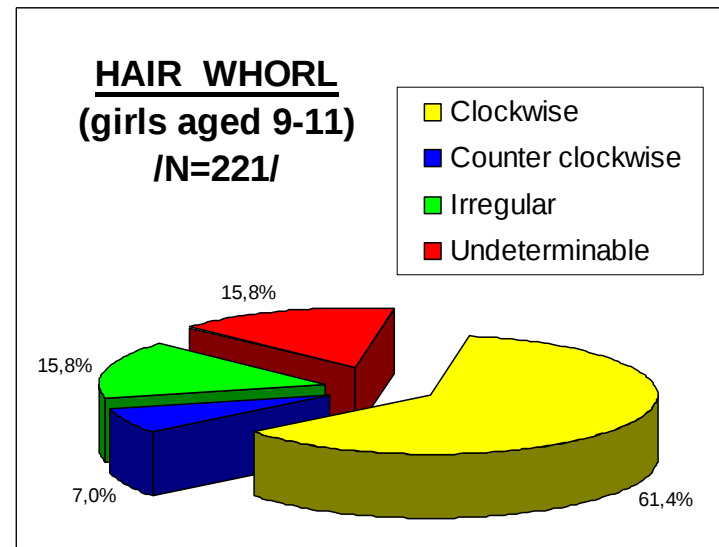
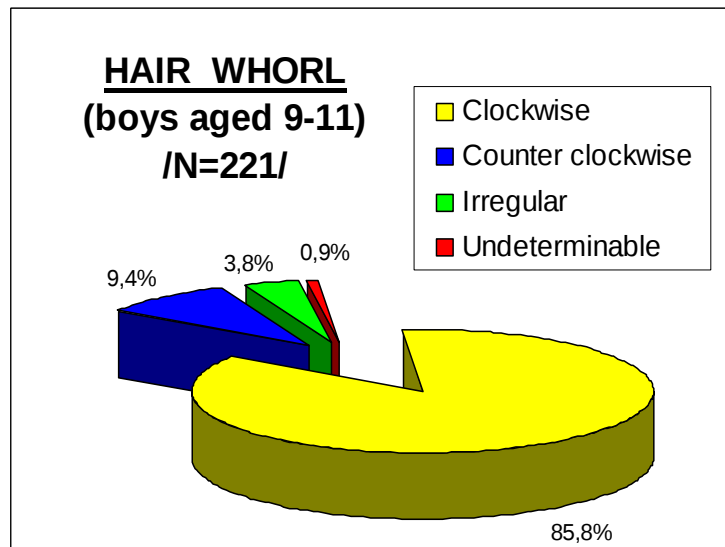
b) „nelze určit“



c) „proti směru“



Vír vlasů – statistická distribuce (N=221)



- Poměr případů „ve směru“ vůči „proti směru“ hodinových ručiček v našem výběru připomíná poměr „pravorukých“ vůči „levorukým“. Ale standardní Pearsonův χ^2 -test VYLOUČIL NULOVOU HYPOTÉZU O NEZÁVISLOSTI „VÍRU VLASŮ“ na „RUKOSTI“ (viz dále).
- Většina námi sledovaných laterálních zkoušek později prokázala STATISTICKY VÝZNAMNOU ZÁVISLOST NA „RUKOSTI“ (pro $p < 0,001$) !!!

Formalizace „míry rukosti“

PROBLÉM_1: Z pohledu vyšetřených zkoušek takřka žádné z dětí není zařaditelné jednoznačně „VPRAVO“ nebo „VLEVO“ (a už vůbec ne do kategorie „AMBIDEXTRŮ“) – LATERALITA JE SPOJITÝ, ALE NIKOLI DETERMINISTICKÝ FENOMÉN – pro další analýzu bylo by bylo nutné formálně operacionalizovat skupinu „PRAVÁKŮ“, „LEVÁKŮ“ resp. „AMBIDEXTRŮ“; **ŘEŠENÍ:** za tímto účelem byli všichni školáci z výzkumů 2006-9 rozděleni do tří skupin – „1: 100% praváci“ / $N=166+29+68=263$ /, „3: 100% leváci“ / $N=13+1+11=25$ / a „2: skupina ambidextrů“ / $N=42+17+19=78$ / - podle podle souhlasných odpovědí na šest testů z E-dotazníku (R01, R02, R04, R06, R07, R09), které jsme kvalifikovali jako „nejspolehlivější pro rukost“ (identifikace v rámci proměnné „ŠestTestů“ s hodnotami „1“ /71,9%/, „2“ /21,3%/ nebo „3“ /6,8%/) $\Leftrightarrow$ zahrnutí více položek do výběru „100%ních“ snižuje jejich podíly v souboru na úkor (zbytkové) skupiny „ambidextrů“ a naopak.

Metodika – míra „laterality“

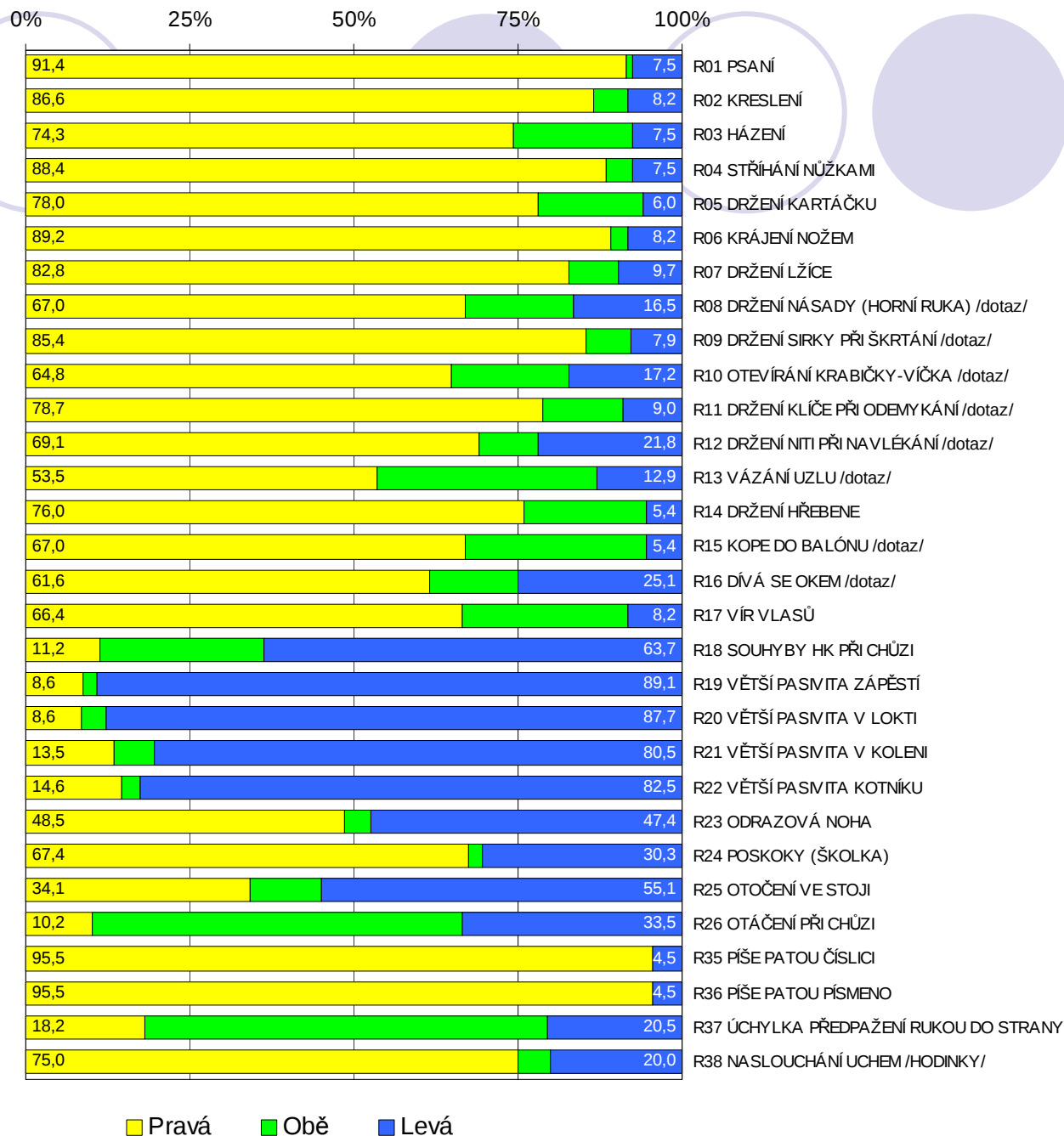
PROBLÉM_2: Klasifikace do tří ordinálních kategorií („1: P“; „2: A“, „3: L“) resp. laterálních skupin výše poskytuje (při dané úrovni dotazování a vyšetření) vhodně strukturovatelnou informaci, která by se měla zúročit při analýze V MAXIMÁLNÍ MÍŘE - údaje prezentované na 1.stupni třídění jsou (pro laika i analytika) na první pohled nepřehledné – nutnost přehlednější prezentace výsledků: za tímto účelem jsme definovali Míru (pravé) laterality předpisem:

$$\text{MPL}[\%] = (\%P + 0.5 * \%A),$$

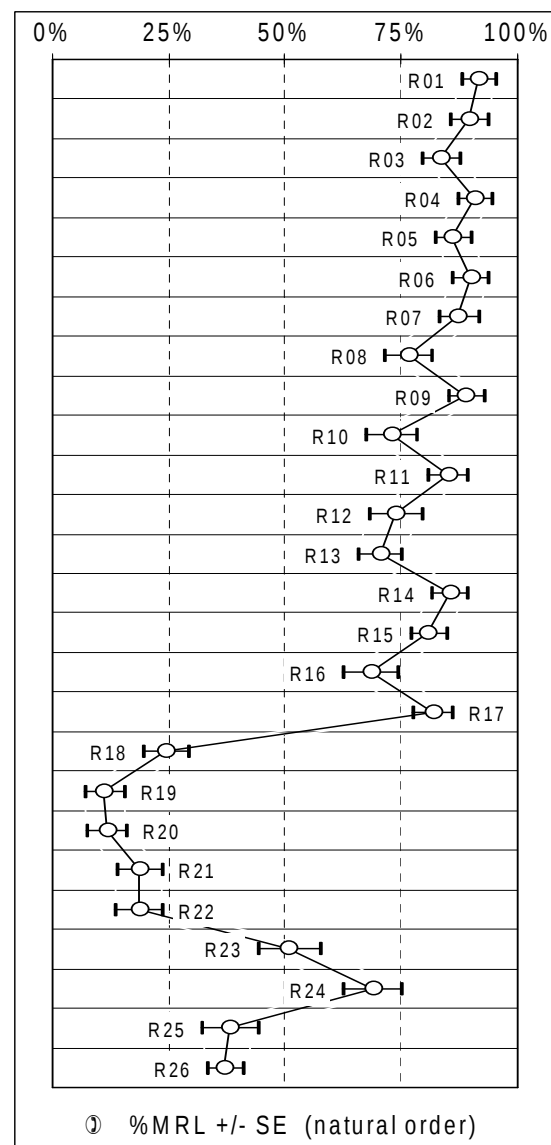
kde %P značí u každého testu zjištěné procento preferencí vpravo a %A procento oboustranných odpovědí (viz předchozí graf) $\Leftrightarrow$ výsledky provedených zkoušek jsme -a) přepočítali na MPL; -b) uspořádali podle MLP; -c) prezentovali v grafech pro laterální skupiny.

Procenta odpovědí na jednotlivé zkoušky:

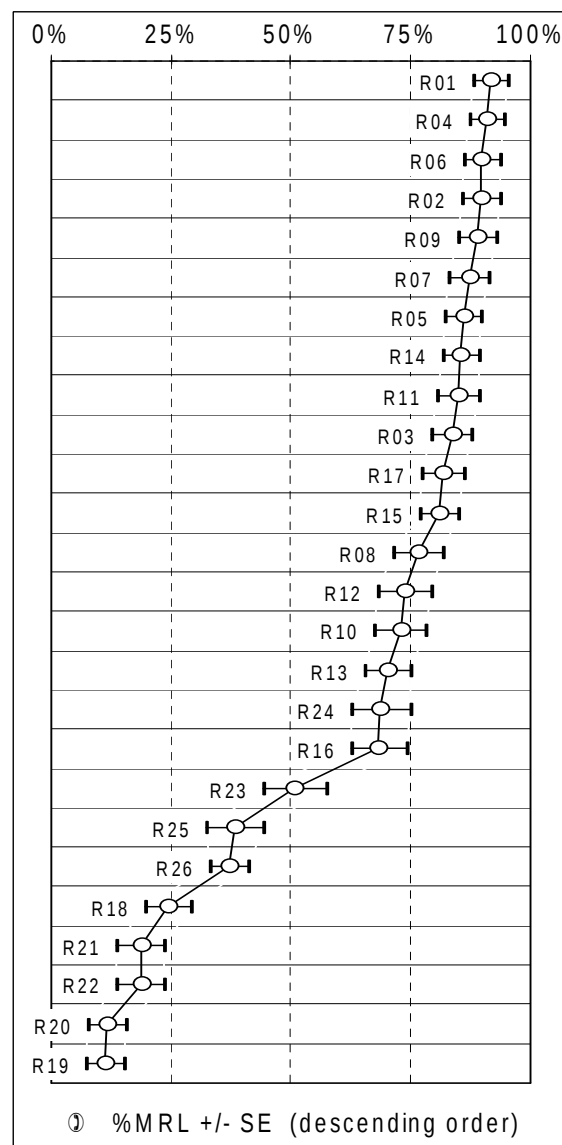
data II:
2006-8
/N=268/



Procenta míry laterality – a) R01-R26; b) uspořádané



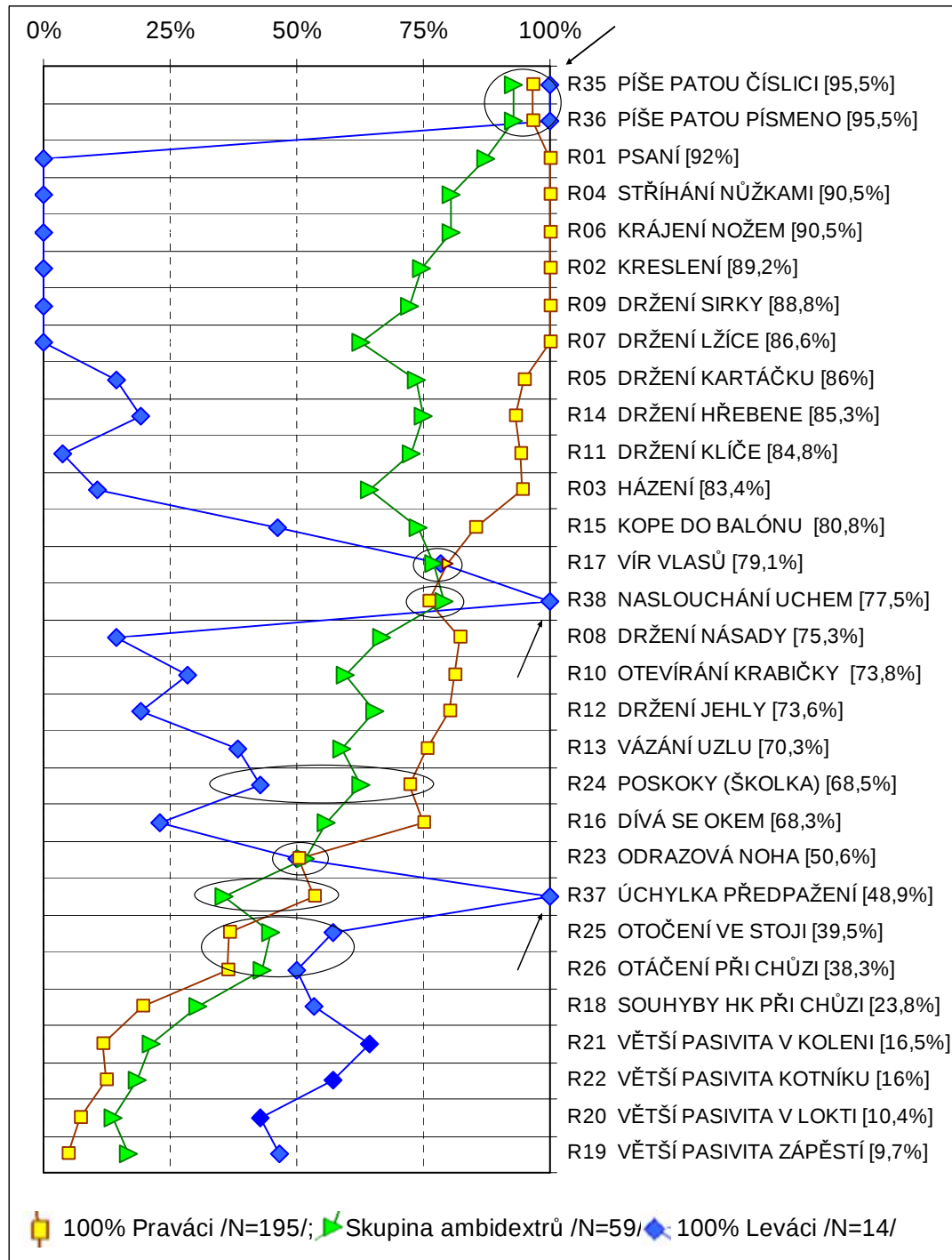
Soubor I:



N=221

**MPL
podle
skupin
„rukosti“:**

**elipsy
identifikují
zkoušky
nerozlišitelné
testem
homogenity**

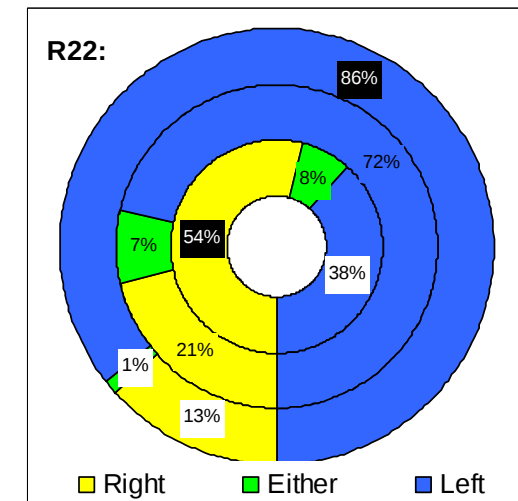
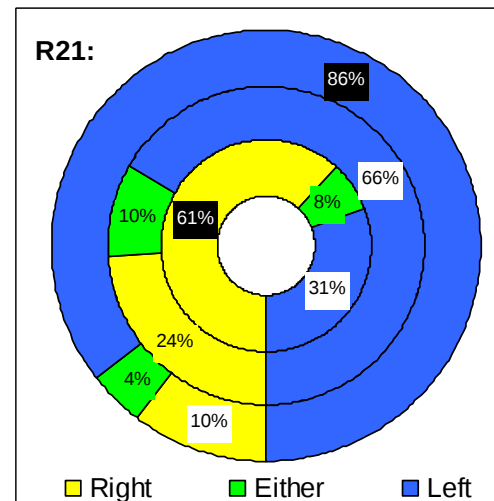
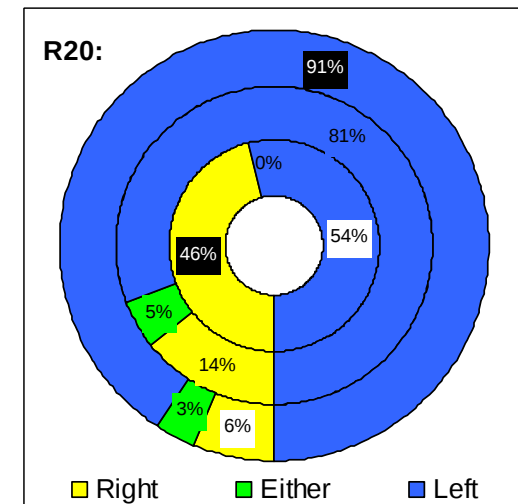
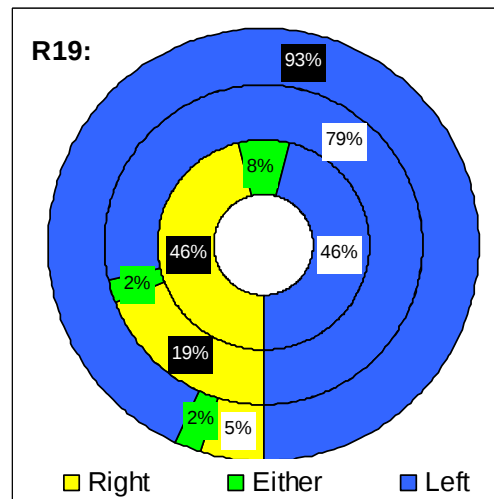
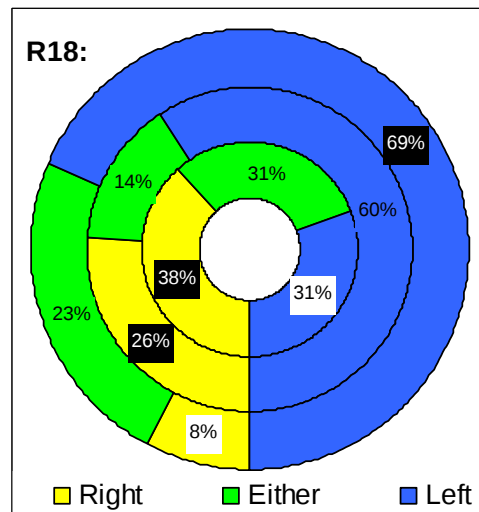


Interpretace výsledků?

- **PROBLÉM_3:** Jak interpretovat, že ne všechny položky vykazují stejný laterální trend
- -a) otázky z rozšířeného e-dotazníku (R01-R16) vykazují vysoká procenta MLP právě tak jako výsledky testovaných „zkoušek“ (R27-R34);
- -b) položka R18 (souhyby HK a DK při chůzi), právě tak jako pasivnější HK i DK (v zápěstí, v lokti, u kolene a v kotníku – R19-R22) vytvářejí laterálně zrcadlový obraz vůči dominantní dolní končetině (měřeno klasifikací „ŠestTestů“);
- -c) jak interpretovat výsledky zbývajících zkoušek na DK (R23-R26 resp. R37-R38) shledané v oblasti MPL kolem 50%? => KTERÉ ROZDÍLY MEZI POLOŽKAMI JSOU VLASTNĚ STATISTICKY VÝZNAMNÉ (A V JAKÉM SMYSLU)?
- Metodicky nejkorektnější se zdá být zpracování prostřednictvím chí-kvadrát testů nezávislosti resp. homogenity každé z položek R1 až R38 vůči „rukosti“ (technicky po vytrídění vůči proměnné „ŠestTestů“).

Cerebelární hypotonie na nedominantních končetinách protilehlých preferované ruce podle „rukosti“:

R18= větší synkinéza paže při chůzi a pasivita v kloubech;
R19= zápěstí, R20= loket, R21= kolena, R22= kotníku

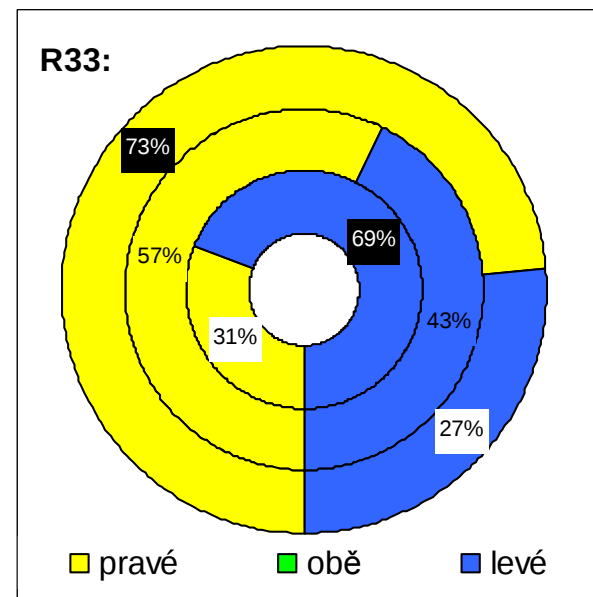
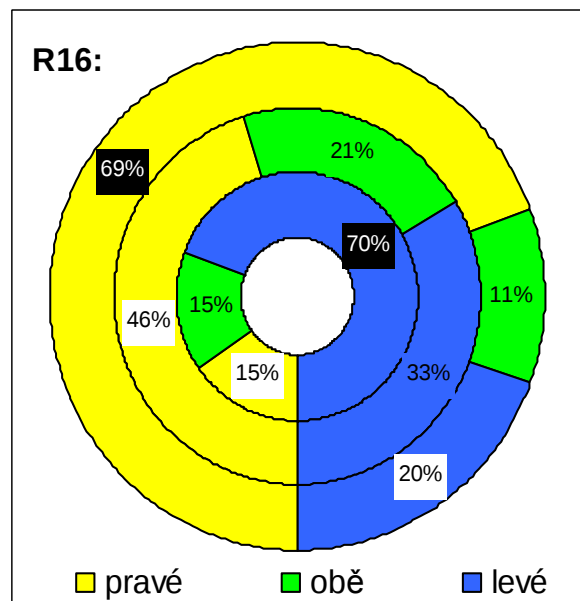


Identifikace okružů:

vnější ~ „praváci“ (N=166);
vnitřní ~ „leváci“ (N= 13) ;
střed ~ „skupina ambidextrů“
(N= 42) .

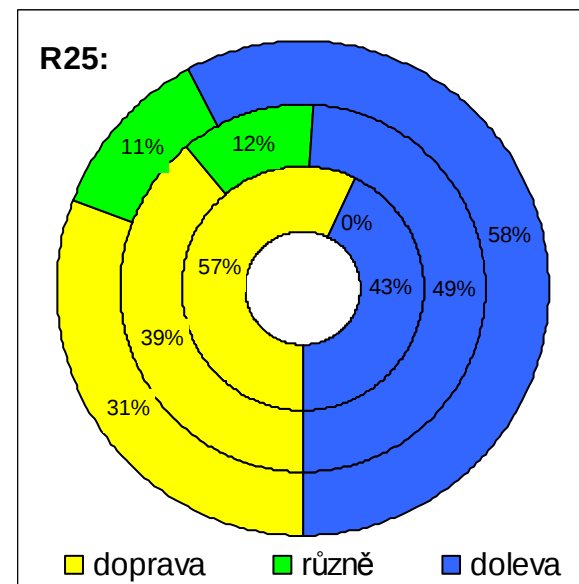
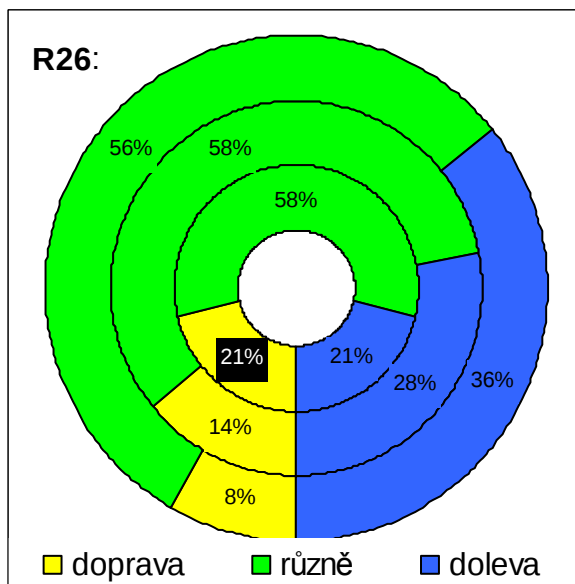
Lateralita – odchylky od homogeneity

- V případě zamítnutí hypotézy o homogenitě je korektní ještě formálně ohodnotit odchylky každého pole (procenta) prostřednictvím adjustovaných reziduí (viz SPSS (2007)). Kupř. u preference oka pro nahlížení do klíčové dírky (otázka R16) a pro nahlížení do monoskopu (test R33) identifikujeme v černých polích signifikantně vyšší procenta na stranách laterálně souhlasných s „rukostí“ (% ve vnějším mezikruží platí pro „100% praváky“, vnitřní % pro „100% leváky“):



Lateralita – nezávislost na rukosti

- Analýza reziduí provedená u testů pro % preference otáčení (R26 – při chůzi, R25—na místě při zavřených očích) v členění podle „skupin rukosti“ (mezikruží) takové signifikance nevykazuje (struktury jsou - konzistentně s výsledky simultánních testů X^2 - statisticky významně nerozlišitelné); tento výsledek bezděčně podbízí hypotézu, že preference otáčení se v prostoru, která vypovídá o vestibulární dominanci, může mít těsnější vazbu na řečově nedominantní (obvykle pravou) mozkovou hemisféru.



Struktura závislosti na „rukosti“

R03:	SestTestu			
HÁZENÍ	1 Praváci	2 Ambidextři	3 Leváci	Total
1 pravou	226	30	4	260
2 oběma	35	39	5	79
3 levou	2	9	16	27
Total	263	78	25	366

POZN.: Chi2(4) = 194,1 (P = 6,72940540304416E-41)
S = 0,567 (P = 1,58066326651816E-32)

MISSING VALUES R03 SestTestu (2).

R03:	SestTestu		Total
HÁZENÍ	1 Praváci	3 Leváci	
1 pravou	226	4	230
3 levou	2	16	18
Total	228	20	248

Chi2(1) = 171,0 (P = 4,45393662762854E-39)
S = 0,830 (P = 1,99691806488529E-64)

PROBLÉM_4: Byla zjištěna statisticky velmi významná korelace mezi položkami vztaženými k „rukosti“!!! – V PŘÍPADĚ VĚTŠINY POLOŽEK DOCHÁZÍ KE KUMULACI ČETNOSTÍ NA HLAVNÍ NEBO VEDLEJŠÍ DIAGONÁLE KONTIGENČNÍCH TABULEK => **POTŘEBA** DIFERENCIACE PROSTŘEDNICTVÍM SENZITIVNĚJŠÍCH /A SNAD I LÉPE INTERPRETOVATELNÝCH/ STATISTICKÝCH UKAZATELŮ!!!

Signifikance korelací mezi proměnnými

Pearson Correlation	Sest	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	ε					
SestTestu	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###		
R01 PSAN	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	
R02 KRES	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	
R03 HÁZEJ	830	789	820	###	771	823	731	787	422	726	360	739	386	478	770	322	314	021	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R04 STRÍH	###	952	954	771	###	905	885	876	423	848	366	738	461	537	915	499	399	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R05 DRŽE	874	921	944	823	905	###	764	828	434	796	407	759	517	534	882	415	368	013	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R06 KRAJ	###	885	872	731	885	764	###	827	451	848	349	790	412	475	836	502	361	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R07 DRŽE	###	906	924	767	876	928	827	###	442	808	364	795	455	500	829	480	400	007	235	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R08 DRŽE	487	419	444	422	423	434	451	442	###	405	194	414	408	184	389	315	236	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R09 DRŽE	###	848	846	726	846	796	846	808	405	###	416	823	422	530	883	517	386	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R10 OTEVÍ	406	389	387	360	366	407	349	364	194	416	###	393	342	556	439	265	197	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R11 DRŽE	855	753	768	739	738	759	790	795	414	823	393	###	451	426	750	486	343	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R12 DRŽE	494	468	488	386	481	517	412	455	409	422	342	451	###	445	479	352	380	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R13 VÁŽAN	534	491	507	478	537	534	475	500	184	530	556	426	445	###	546	345	280	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R14 DRŽE	971	872	891	770	915	882	836	829	389	863	439	750	479	546	###	531	344	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R15 KOPE	532	447	445	322	499	415	502	480	315	517	262	486	352	345	531	###	341	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R16 DÍVA	421	366	380	314	399	368	351	400	236	386	197	343	380	260	344	341	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R17 VIR VL	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R18 SOUH	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R19 VĚTŠÍ	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R20 VĚTŠÍ	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R21 VĚTŠÍ	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R22 VĚTŠÍ	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R23 ODRA	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R24 POSK	151	170	178	170	139	173	136	235	201	145	###	157	097	100	164	205	083	040	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R25 OTOČ	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R26 OTÁČ	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R27 OTEVÍ	292	263	257	246	243	210	273	261	138	308	638	264	262	535	302	227	164	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R28 DRŽE	690	613	616	514	612	581	630	612	278	729	458	670	388	463	695	316	328	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R29 DRŽE	874	738	746	605	721	651	719	682	316	893	370	718	395	471	793	435	339	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R30 DRŽE	285	234	233	232	229	200	263	261	542	259	147	322	332	124	250	147	177	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R31 VÁŽAN	224	184	175	141	168	158	155	199	084	208	301	179	227	823	179	147	203	005	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R32 DRŽE	313	296	297	361	274	249	306	330	261	245	213	376	255	176	270	233	133	010	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R33 DÍVA	270	207	213	202	220	226	206	258	135	255	137	203	235	264	227	200	717	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R34 KOPE	505	415	427	314	456	400	366	486	101	518	387	341	263	492	571	467	259	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R35 PÍŠE	504	445	482	513	445	422	433	376	323	453	436	281	336	467	571	418	459	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R36 PÍŠE	413	380	375	339	364	396	345	376	341	432	487	242	336	517	539	328	481	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
R37 ŮCHY	###	026	000	###	026	###	###	218	026	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	
R38 NASL	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###

||
||
||

Koncept založený na ROC

MISSING VALUES R03 SestTestu(2).

R03: HÁZENÍ	SestTestu		Total
	1 Praváci	3 Leváci	
1 pravou	226	4	230
3 levou	2	16	18
Total	228	20	248

98,3%

PPV

88,9%

NPV

99,1%

80,0%

Senzitivita

Specifita

„SENZITIVITA“ = pst, že PRAVÁK (určený na základě ŠestTestů) bude konat danou činnost PRAVOU rukou

„SPECIFICITA“ = pst, že LEVÁK (určený na základě ŠestTestů) bude konat danou činnost LEVOU rukou

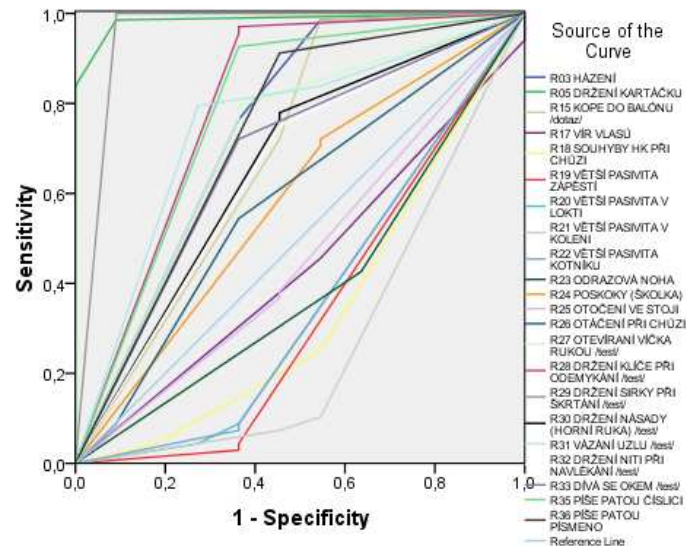
PPV = pst, že pokud člověk koná danou činnost PRAVOU rukou, tak že je PRAVÁK

NPV = pst, že pokud člověk koná danou činnost LEVOU rukou, tak že je LEVÁK

Predikční schopnost individuálních položek

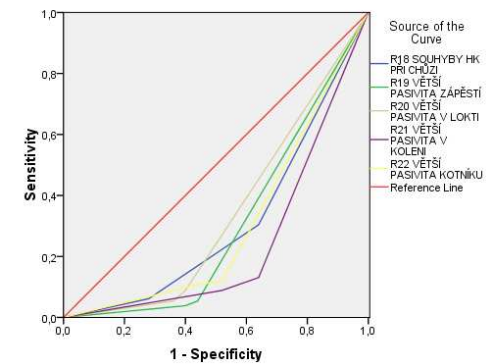
	Senzi2	Senzi1		PV2	PV1
	AUC-0,5	AUC-0,5		AUC-0,5	AUC-0,5
	3x2	2x2		2x3	2x2
R01 PSANÍ	50,0%	50,0%		47,2%	50,0%
R02 KRESLENÍ	50,0%	50,0%		47,5%	50,0%
R03 HÁZENÍ	39,1%	39,6%		42,9%	43,6%
R04 STŘÍHÁNÍ NŮŽKAMI	50,0%	50,0%		47,7%	50,0%
R05 DRŽENÍ KARTÁČKU	48,6%	49,8%		45,7%	47,6%
R06 KRÁJENÍ NOŽEM	50,0%	50,0%		47,5%	50,0%
R07 DRŽENÍ LŽÍCE	50,0%	50,0%		47,7%	50,0%
R08 DRŽENÍ NÁSADY (HORNÍ RUKA) /dotaz/	33,1%	33,9%		19,7%	17,5%
R09 DRŽENÍ SIRKY PŘI ŠKRTÁNÍ /dotaz/	50,0%	50,0%		48,0%	50,0%
R10 OTEVÍRÁNÍ KRABÍČKY-VÍČKA /dotaz/	29,0%	29,6%		18,1%	13,9%
R11 DRŽENÍ KLÍČE PŘI ODEMYKÁNÍ /dotaz/	42,2%	42,8%		41,9%	42,8%
R12 DRŽENÍ NITI PŘI NAVLÉKÁNÍ /dotaz/	35,2%	35,5%		19,2%	17,2%
R13 VÁZÁNÍ UZLU /dotaz/	31,0%	34,9%		24,8%	20,4%
R14 DRŽENÍ HŘEBENE	48,0%	49,8%		45,7%	47,4%
R15 KOPE DO BALÓNU /dotaz/	22,6%	24,6%		29,6%	28,8%
R16 DÍVÁ SE OKEM /dotaz/	31,9%	33,7%		15,7%	13,2%
R17 VÍR VLASŮ	0,1%	-2,1%		-0,1%	-1,7%
R18 SOUHYBY HK PŘI CHŮZI	-19,1%	-17,8%		-17,5%	-12,9%
R19 VĚTŠÍ PASIVITA ZÁPĚSTÍ	-19,6%	-18,9%		-23,9%	-22,3%
R20 VĚTŠÍ PASIVITA V LOKTI	-16,1%	-16,0%		-16,0%	-16,6%
R21 VĚTŠÍ PASIVITA V KOLENI	-26,1%	-25,0%		-16,0%	-16,2%
R22 VĚTŠÍ PASIVITA KOTNÍKU	-19,9%	-18,5%		-12,4%	-11,6%
R23 ODRAZOVÁ NOHA	-3,9%	-3,9%		-2,2%	-1,3%
R24 POSKOKY (ŠKOLKA)	12,0%	12,2%		7,4%	4,7%
R25 OTOČENÍ VE STOJI	-7,7%	-8,2%		-4,7%	-3,0%
R26 OTAČENÍ PŘI CHŮZI	-1,6%	-5,3%		-7,1%	-3,2%
R27 OTEVÍRÁNÍ VÍČKA RUKOU /test/	22,6%	22,7%		14,7%	9,4%
R28 DRŽENÍ KLÍČE PŘI ODEMYKÁNÍ /test/	36,2%	36,3%		33,4%	32,8%
R29 DRŽENÍ SIRKY PŘI ŠKRTÁNÍ /test/	45,2%	45,2%		40,5%	42,2%
R30 DRŽENÍ NÁSADY (HORNÍ RUKA) /test/	22,3%	22,4%		10,9%	9,1%
R31 VÁZÁNÍ UZLU /test/	17,6%	17,5%		9,1%	7,1%
R32 DRŽENÍ NITI PŘI NAVLÉKÁNÍ /test/	22,8%	22,9%		13,3%	10,7%
R33 DÍVÁ SE OKEM /test/	21,6%	21,6%		11,4%	8,4%
R34 KOPE DO BALÓNU /test/	22,2%	23,0%		29,0%	27,7%
R35 PÍŠE PATOU ČÍSLO	26,1%	26,1%		23,9%	24,3%
R36 PÍŠE PATOU PÍSMENO	21,4%	21,4%		20,9%	20,0%
R37 ÚCHYLKA PŘEDPAŽENÍ RUKOU DO STRAN	-39,7%	-20,0%		11,8%	-7,1%
R38 NASLOUCHÁNÍ UCHEM /HODINKY/	-13,0%	-11,5%		-4,6%	-2,4%

ROC Curve



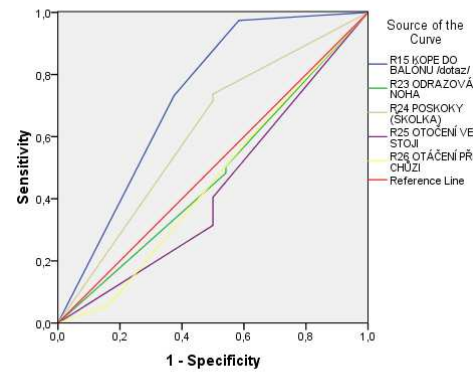
Diagonal segments are produced by ties.

ROC Curve



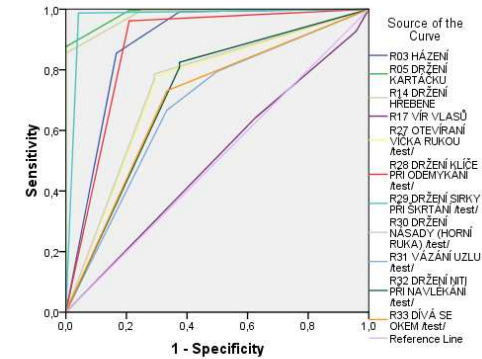
Diagonal segments are produced by ties.

ROC Curve



Diagonal segments are produced by ties.

ROC Curve



Diagonal segments are produced by ties.

Struktura závislosti na „rukosti“

R03:	SestTestu			
HÁZENÍ	1 Praváci	2 Ambidextři	3 Leváci	Total
1 pravou	226	30	4	260
2 oběma	35	39	5	79
3 levou	2	9	16	27
Total	263	78	25	366

POZN.: Chi2(4) = 194,1 (P = 6,72940540304416E-41)
S = 0,567 (P = 1,58066326651816E-32)

MISSING VALUES R03 SestTestu (2).

R03:	SestTestu		Total
HÁZENÍ	1 Praváci	3 Leváci	
1 pravou	226	4	230
3 levou	2	16	18
Total	228	20	248

Chi2(1) = 171,0 (P = 4,45393662762854E-39)
S = 0,830 (P = 1,99691806488529E-64)

PROBLÉM_4: Byla zjištěna statisticky velmi významná korelace mezi položkami vztaženými k „rukosti“!!! – V PŘÍPADĚ VĚTŠINY POLOŽEK DOCHÁZÍ KE KUMULACI ČETNOSTÍ NA HLAVNÍ NEBO VEDLEJŠÍ DIAGONÁLE KONTIGENČNÍCH TABULEK => **POTŘEBA** DIFERENCIACE PROSTŘEDNICTVÍM SENZITIVNĚJŠÍCH /A SNAD I LÉPE INTERPRETOVATELNÝCH/ STATISTICKÝCH UKAZATELŮ!!!

Přepočet na tabulky 3x2

R03: HÁZENÍ	SestTestu			Total
	1 Praváci	2 Ambidextři	3 Leváci	
1 pravou	226	30	4	260
2 oběma	35	39	5	79
3 levou	2	9	16	27
Total	263	78	25	366

POZN.: $\chi^2(4) = 194,1$ ($P = 6,72940540304416E-41$)
 $S = 0,567$ ($P = 1,58066326651816E-32$)

PROBLÉM_5: Standardní technologie výpočtu ROC parametrů je závislá na DVOUHODNOTOVÉ /DIAGNOSTICKÉ/ PROMĚNNÉ (v daném případě ŠestTestů); testovací proměnná může být diskrétní => zdánlivě nejjednodušší může být přepočet do tabulky 2x2.

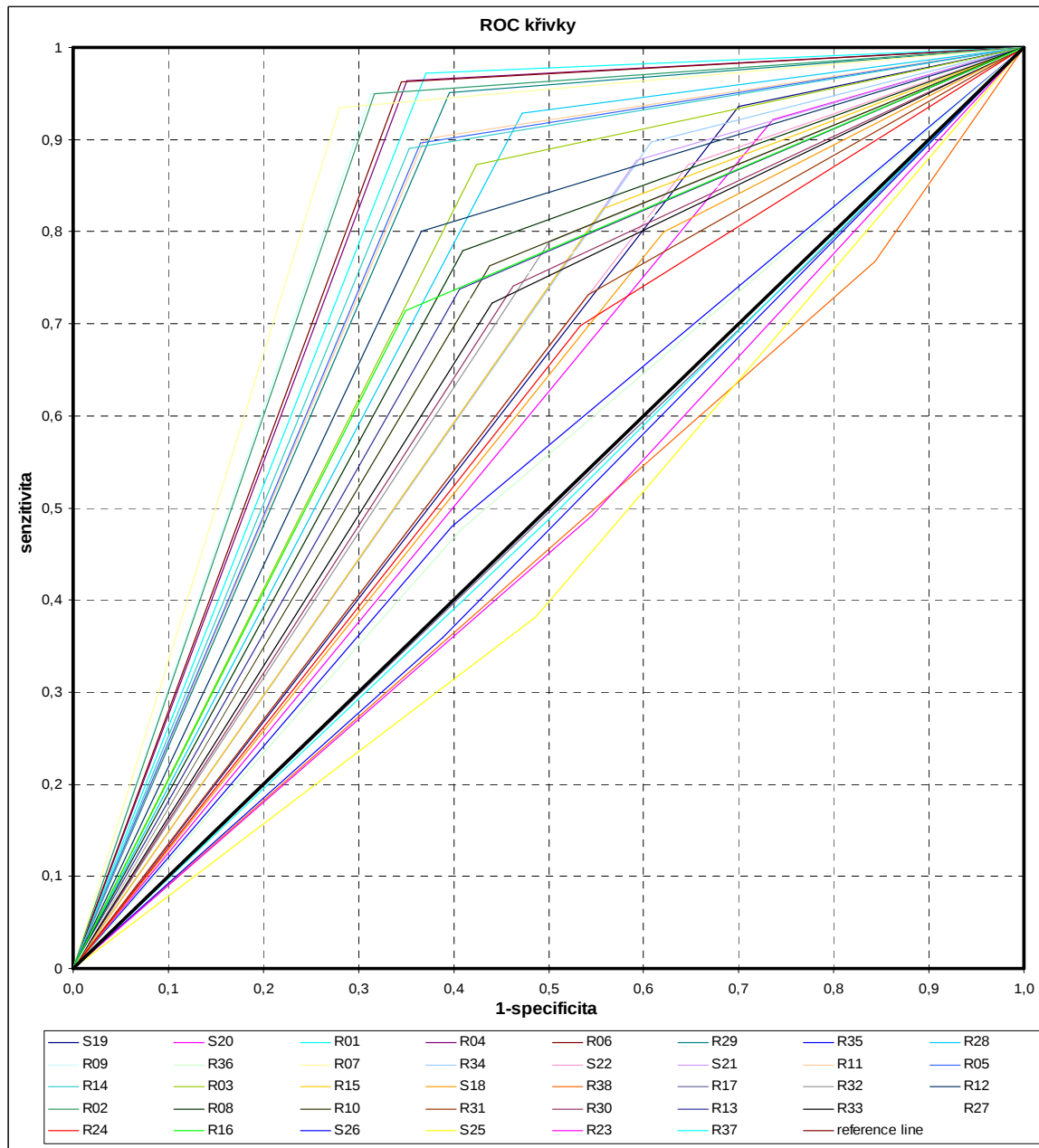
Výsledek přepočtu na tabulku 2x2

Rozdělení ambidexterů P/L=1						
SestTestu na	Senzitivita	Specificita	Positive predictive value	Negative predictive value	Accuracy	Distance
R01 PSANÍ	98,0%	48,4%	90,0%	83,8%	89,3%	0,516
R02 KRESLENÍ	96,4%	55,9%	91,2%	76,9%	89,3%	0,443
R03 HÁZENÍ	88,8%	51,2%	89,6%	49,2%	82,2%	0,501
R04 STŘIHÁNÍ NŮŽKAMI	97,4%	51,2%	90,4%	80,9%	89,3%	0,489
R05 DRŽENÍ KARTÁČKU	90,9%	53,1%	90,1%	55,3%	84,3%	0,478
R06 KRÁJENÍ NOŽEM	97,3%	52,0%	90,6%	80,5%	89,5%	0,481
R07 DRŽENÍ LŽICE	95,4%	60,9%	92,0%	73,6%	89,3%	0,393
R08 DRŽENÍ NÁSADY (HORNÍ RUKA)	78,9%	52,3%	88,6%	34,5%	74,2%	0,521
R09 DRŽENÍ SÍRKY PŘI ŠKRTÁNÍ	96,4%	56,3%	91,3%	76,9%	89,5%	0,438
R10 OTEVÍRÁNÍ KRABÍČKY-VÍČKA	77,4%	51,6%	88,4%	32,4%	72,9%	0,535
R11 DRŽENÍ KLÍČE PŘI ODEMYKÁNÍ	91,1%	53,2%	90,4%	55,2%	84,6%	0,476
R12 DRŽENÍ NITI PŘI NAVLÉKÁNÍ	80,9%	55,5%	89,8%	37,6%	76,6%	0,484
R13 VÁZÁNÍ UZLU	74,8%	55,1%	89,1%	30,9%	71,4%	0,515
R14 DRŽENÍ HŘEBENE	90,1%	54,6%	90,6%	53,1%	84,0%	0,465
R15 KOPE DO BALÓNU	83,3%	40,8%	87,2%	33,5%	76,0%	0,615
R16 DÍVÁ SE OKEM	72,2%	58,7%	89,4%	30,5%	69,9%	0,498
R17 VÍR VLASŮ	77,3%	21,9%	82,4%	17,0%	67,6%	0,814
S18 SOUHYBY HK PŘI CHŮZI	80,4%	34,8%	85,3%	27,3%	72,4%	0,681
R19 VĚTŠÍ PASIVITA ZÁPĚSTÍ	94,1%	25,4%	85,6%	47,8%	82,1%	0,748
R20 VĚTŠÍ PASIVITA V LOKTI	92,4%	21,9%	84,8%	37,8%	80,1%	0,785
R21 VĚTŠÍ PASIVITA V KOLENI	88,1%	34,0%	86,3%	37,8%	78,6%	0,671
R22 VĚTŠÍ PASIVITA KOTNÍKU	87,7%	30,5%	85,6%	34,5%	77,7%	0,706
R23 ODRAZOVÁ NOHA	48,8%	46,1%	81,0%	16,0%	48,4%	0,743
R24 POSKOKY (ŠKOLKA)	70,4%	44,5%	85,7%	24,3%	65,9%	0,629
R25 OTOČENÍ VE STOJI	37,8%	52,7%	79,0%	15,3%	40,4%	0,781
R26 OTÁČENÍ PŘI CHŮZI	35,6%	60,7%	81,3%	16,5%	40,0%	0,754
R27 OTEVÍRÁNÍ VÍČKA RUKOU /test/	73,8%	55,1%	88,6%	30,8%	70,5%	0,520
R28 DRŽENÍ KLÍČE PŘI ODEMYKÁNÍ /test/	93,9%	43,8%	88,7%	60,2%	85,1%	0,566
R29 DRŽENÍ SÍRKY PŘI ŠKRTÁNÍ /test/	96,1%	48,0%	89,7%	72,4%	87,7%	0,521
R30 DRŽENÍ NÁSADY (HORNÍ RUKA) /test/	74,8%	48,0%	87,2%	28,7%	70,1%	0,578
R31 VÁZÁNÍ UZLU /test/	73,6%	41,8%	85,6%	25,1%	68,0%	0,639
R32 DRŽENÍ NITI PŘI NAVLÉKÁNÍ /test/	79,6%	44,5%	87,1%	31,7%	73,5%	0,591
R33 DÍVÁ SE OKEM /test/	73,1%	51,2%	87,6%	28,7%	69,3%	0,557
R34 KOPE DO BALÓNU /test/	91,0%	35,1%	84,1%	50,9%	79,3%	0,655
R35 PÍŠE PATOU ČÍSLO	92,5%	33,3%	84,7%	52,8%	80,6%	0,671
R36 PÍŠE PATOU PÍSMENO	91,2%	31,6%	84,1%	47,4%	79,2%	0,690
R37 ÚCHYLKA PŘEDPAŽENÍ RUKOU DO STRANY	50,0%	56,3%	83,7%	20,0%	51,1%	0,664
R38 NASLOUCHÁNÍ UCHEM /HODINKY/	76,5%	17,9%	81,5%	13,9%	66,3%	0,854

Modifikace přepočtů na tabulku 2x2

NOVÉ	Rozdělení ambidexterů P/L=3 (řazeno přirozeně)						
id	SestTestu na	Senzitivita	Specifická	Positive predictive value	Negative predictive value	Accuracy	Distance
3	R01 PSANÍ	97,2%	62,9%	95,0%	75,7%	93,0%	0,372
8	R02 KRESLENÍ	95,0%	68,3%	95,6%	65,3%	91,7%	0,321
19	R03 HÁZENÍ	87,3%	57,6%	93,7%	38,5%	83,7%	0,443
4	R04 STŘIHÁNÍ NŮŽKAMI	96,4%	64,9%	95,2%	71,3%	92,6%	0,353
17	R05 DRŽENÍ KARTÁČKU	89,7%	63,5%	94,7%	45,9%	86,5%	0,380
5	R06 KRÁJENÍ NOŽEM	96,3%	65,5%	95,3%	70,7%	92,5%	0,347
12	R07 DRŽENÍ LŽÍCE	93,5%	71,9%	96,0%	60,4%	90,8%	0,288
26	R08 DRŽENÍ NÁSADY (HORNÍ RUKA)	77,9%	59,0%	93,2%	27,1%	75,6%	0,466
10	R09 DRŽENÍ SIRKY PŘI ŠKRTÁNÍ	95,0%	68,6%	95,6%	65,3%	91,8%	0,318
27	R10 OTEVÍRÁNÍ KRABÍČKY-VÍČKA	76,3%	56,2%	92,7%	24,6%	73,8%	0,498
16	R11 DRŽENÍ KLÍČE PŘI ODEMYKÁNÍ	90,1%	63,1%	94,6%	47,1%	86,8%	0,383
25	R12 DRŽENÍ NITI PŘI NAVLÉKÁNÍ	80,0%	63,4%	93,9%	30,9%	78,0%	0,417
30	R13 VÁZÁNÍ UZLU	73,8%	59,4%	92,8%	24,1%	72,0%	0,484
18	R14 DRŽENÍ HŘEBENE	89,1%	64,6%	94,7%	45,3%	86,1%	0,370
20	R15 KOPE DO BALÓNU	82,4%	44,3%	91,3%	26,1%	77,7%	0,584
34	R16 DÍVÁ SE OKEM	71,4%	65,0%	93,5%	24,3%	70,6%	0,452
23	R17 VÍR VLASŮ	77,4%	21,9%	87,7%	11,8%	70,6%	0,813
21	S18 SOUHYBY HK PŘI CHŮZI	79,9%	37,9%	90,3%	20,7%	74,8%	0,653
1	R19 VĚTŠÍ PASIVITA ZÁPĚSTÍ	93,6%	30,1%	90,6%	39,3%	85,8%	0,702
2	R20 VĚTŠÍ PASIVITA V LOKTI	92,1%	26,4%	90,0%	31,8%	84,2%	0,740
15	R21 VĚTŠÍ PASIVITA V KOLENI	87,7%	40,7%	91,4%	31,5%	82,0%	0,605
14	R22 VĚTŠÍ PASIVITA KOTNÍKU	87,3%	35,4%	90,7%	27,9%	81,0%	0,658
37	R23 ODRAZOVÁ NOHA	49,1%	45,5%	86,7%	11,0%	48,6%	0,746
33	R24 POSKOKY (ŠKOLKA)	69,8%	46,6%	90,4%	17,7%	67,0%	0,613
36	R25 OTOČENÍ VE STOJI	38,2%	51,4%	85,0%	10,4%	39,8%	0,786
35	R26 OTÁČENÍ PŘI CHŮZI	35,9%	61,1%	87,0%	11,6%	38,9%	0,750
32	R27 OTEVÍRÁNÍ VÍČKA RUKOU /test/	72,5%	58,7%	92,7%	22,8%	70,8%	0,496
9	R28 DRŽENÍ KLÍČE PŘI ODEMYKÁNÍ /test/	92,8%	52,8%	93,4%	50,5%	88,0%	0,477
6	R29 DRŽENÍ SIRKY PŘI ŠKRTÁNÍ /test/	95,1%	60,4%	94,6%	63,2%	90,9%	0,399
29	R30 DRŽENÍ NÁSADY (HORNÍ RUKA) /test/	74,1%	53,7%	92,0%	22,3%	71,7%	0,531
28	R31 VÁZÁNÍ UZLU /test/	73,2%	45,8%	90,7%	19,1%	69,9%	0,605
24	R32 DRŽENÍ NITI PŘI NAVLÉKÁNÍ /test/	78,9%	50,0%	91,9%	24,7%	75,4%	0,543
31	R33 DÍVÁ SE OKEM /test/	72,3%	55,9%	92,2%	21,8%	70,3%	0,521
13	R34 KOPE DO BALÓNU /test/	89,7%	39,2%	89,7%	39,2%	82,4%	0,616
7	R35 PÍŠE PATOU ČÍSLICI	48,0%	60,2%	87,9%	16,1%	99,5%	0,655
11	R36 PÍŠE PATOU PÍSMENO	47,6%	59,3%	87,5%	15,8%	98,6%	0,663
38	R37 ÚCHYLKA PŘEDPAŽENÍ RUKOU DO STRANY	48,7%	50,0%	89,5%	10,0%	48,9%	0,716
22	R38 NASLOUCHÁNÍ UCHEM /HODINKY/	76,7%	15,6%	89,1%	6,9%	70,6%	0,875

ROC křivky – senzitivita a specifická



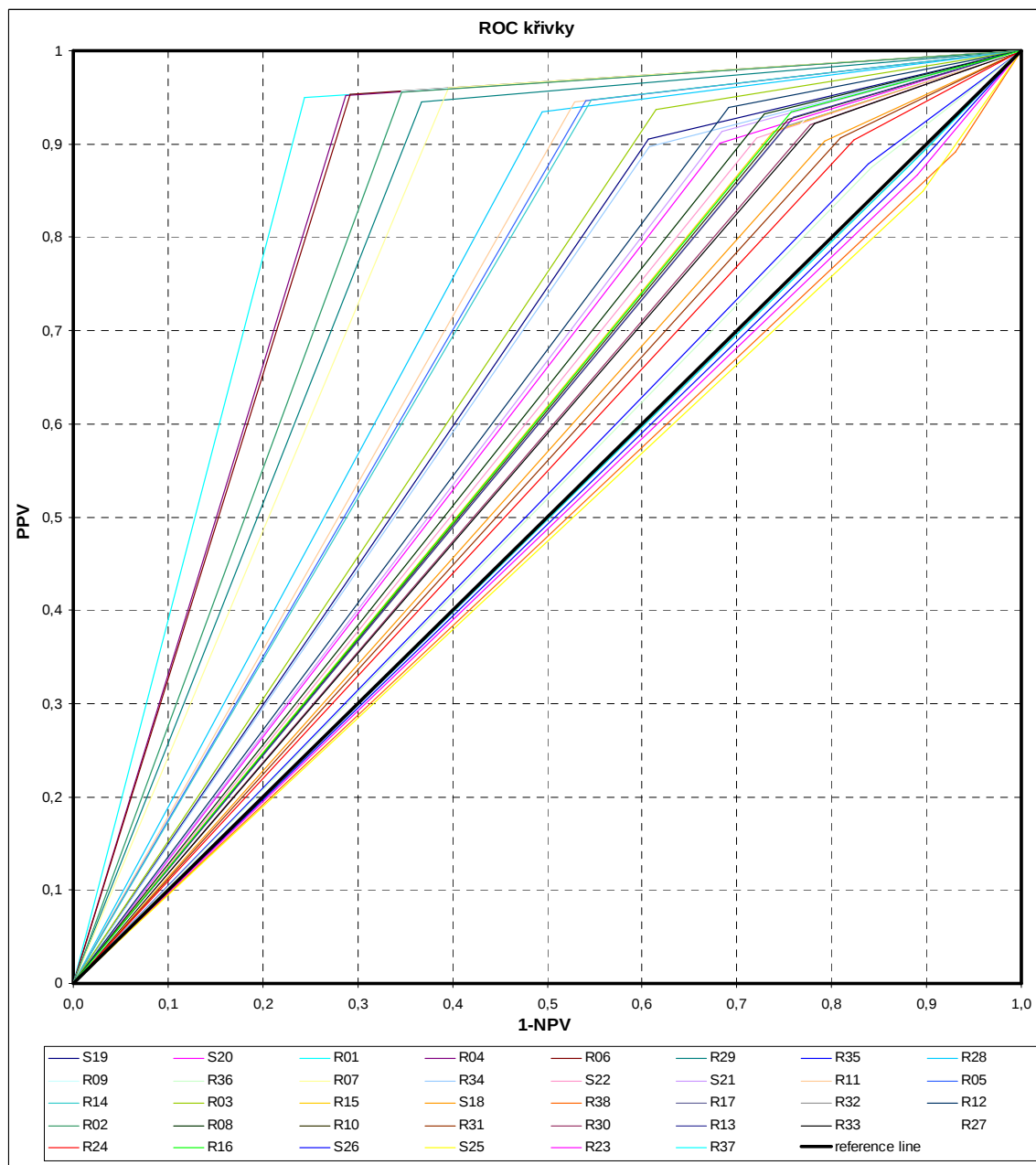
SENZITIVITA

=> pravděpodobnost, že PRAVÁK (určený na základě šesti testů) bude konat danou činnost PRAVOU rukou

1 – SPECIFICITA

=> pravděpodobnost, že LEVÁK (určený na základě šesti testů) bude konat danou činnost PRAVOU rukou

ROC křivky – PPV a NPV



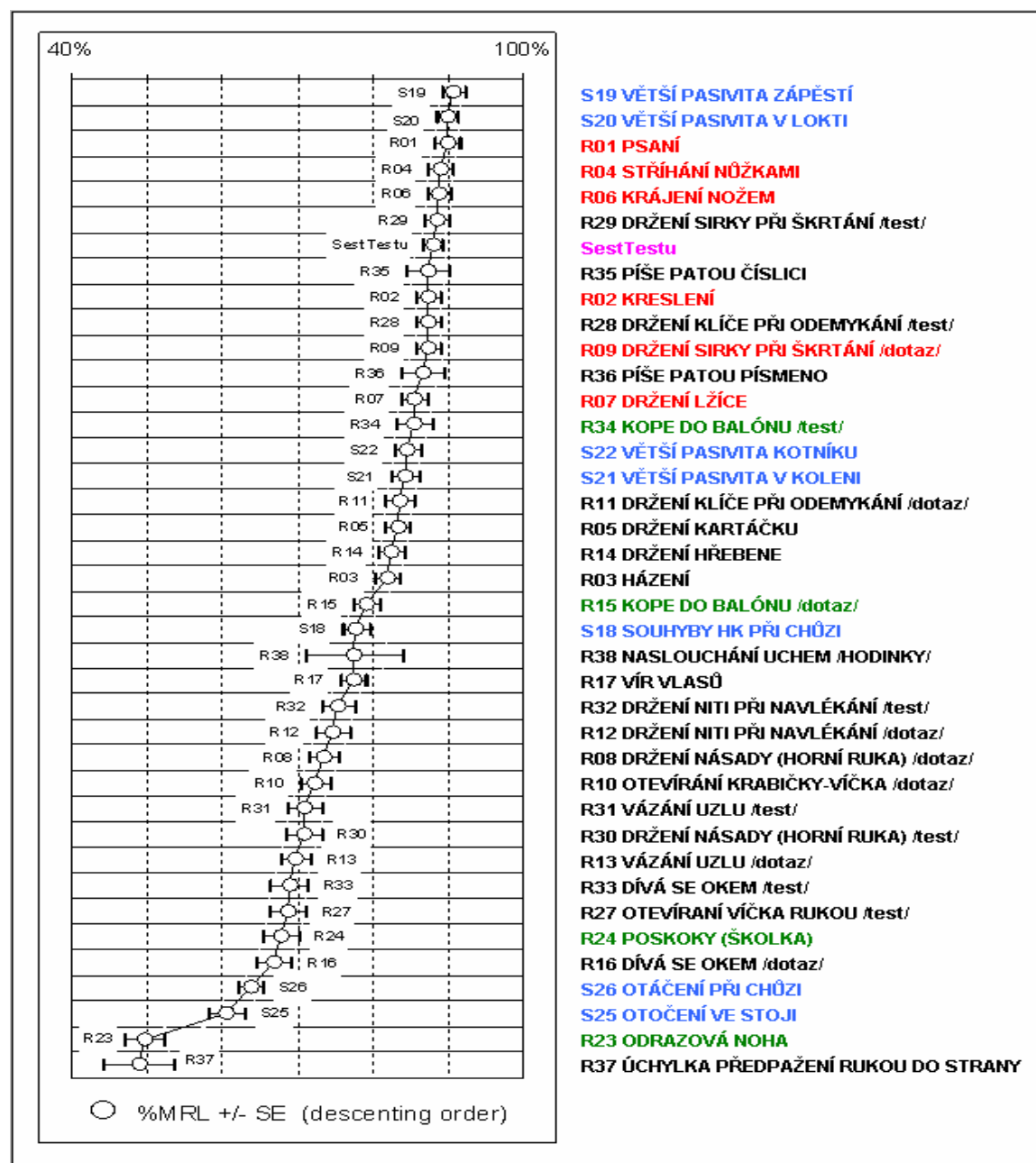
PPV (Positive Predictive Value)

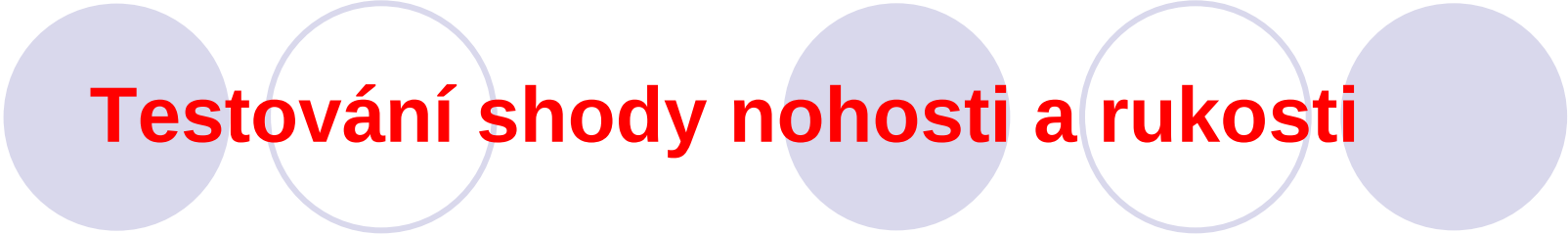
=> pravděpodobnost, že pokud člověk koná danou činnost PRAVOU rukou, tak že je PRAVÁK (určený na základě šesti testů)

1 - NPV (Negative Predictive Value)

=> pravděpodobnost, že pokud člověk koná danou činnost LEVOU rukou, tak že je PRAVÁK (určený na základě šesti testů)

Modifikovaný E - dotazník / test (uspořádání dle MPL)



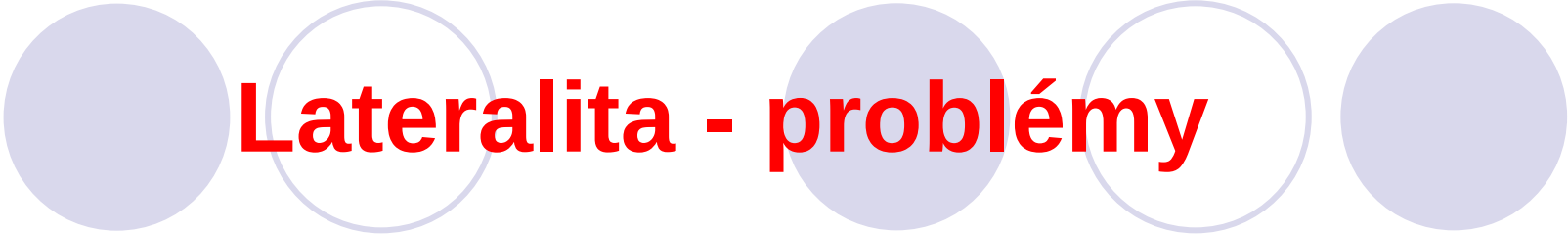


Testování shody nohosti a rukosti

- Odrazová noha při skoku „do dálky“ byla na zkřížené straně u asi 50%
- Preferovaná noha pro poskoky po jedné byla ve shodě s rukostí u 70%
- Při kopání do míče shoda kolem 80%
- Při psaní patou byla shoda s rukostí kolem 90 %

Laterality – dosavadní výsledky

- Dosavadní výsledky potvrdily těsné sepětí s všeobecnou preferencí „pravé ruky“ pro různé činnosti, ať již přímo položenou otázkou nebo provedeným testem (korespondující výskyt odpovědí „P“) a zrcadlovým obrazem „praváků“ na odpovědích „L“ u otázek R19-R22 (pasivita kloubní hry).
- U fenoménu „pravorukost“ se předpokládá (ví?) přímá vazba na řečová centra umístěná majoritně v „levé“ mozkové hemisféře (u praváků i u leváků; u praváků však s podstatně vyššími podíly /cca 90%/).
- Preference zjištěné na dolních končetinách však nedávají triviálně interpretovatelné výsledky (pouze na některých úkonech se potvrdila zkřížená preference DK protilehlé dominantní HK, čemuž ale neodpovídá statisticky zjištěná pasivita kloubní hry na DK).



Lateralita - problémy

- Rozlišuje se lateralita –
 - 1: naučená (preference pro psaní, pro kreslení atd.);
 - 2: patologická (např. u strabismu nebo u tupozrakosti – problém dominantního oka);
 - 3: volní (ve smyslu přirozené ambidextrie).
- 1. Měli bychom vyšetřovat ZDRAVÉ či NEMOCNÉ JEDINCE?
- 2. Kde je hranice mezi 1 a 2?
- 3. Je lateralita podmíněna či určena geneticky (existuje GEN na lateralitu)?
- 4. Jaký je vliv sociálního (společenského, „školského“ i psychologického) „tlaku na pravorukost“?



LITERATURA:

1. Koukolík F : *Mozek a jeho duše*. Galén, Praha, 2008, 3.rozšířené vydání, str.115-124, ISBN 9787-80-7262-314-3
2. SPSS (2007): *17.0 Command Syntax Reference*, Chicago, IL 60606-6412), viz www.spss.cz
3. Sedlařík M-Michálek J: *Metody odhadu ROC křivky*. Forum Statisticum Slovakum, Bratislava, SŠDŠ, 5/2006, ISSN 1336-7420, 130-134
4. Špunda M.-Dušek J.(a kol.): *Zdravotnická informatika. Kap.9: Rozhodování v klinické medicíně. (9.1. Specificita, senzitivita a pravděpodobnost diagnóz)*. Skripta, 1.LF UK Praha, 2007, ISBN 978-80-246-1378-9, 137-142
5. Tichý J-Běláček J: *Pravo/levorukost a preference druhostranné dolní končetiny. Testování laterality a mozečkové dominance*. Cesk Slov Neurol N 2008; 71/104(5): 552-558
6. Tichý J, Běláček J: *Laterality in children: cerebellar dominance, handedness, footedness and hair whorl*. *Activitas Nervosa Superior REDIVIVA*. Act Nerv Super Rediviva, Vol. 51, No. 1-2, 2009, Slovak Academy of Sciences & St. Elisabeth University College of Health and Social Work, ISSN 1337-933X, 9-20



Poděkování

Tato práce byla vytvořena za podpory MŠMT v rámci projektu MSM 00216 20816 (*Patofyziologie neuropsychiatrických onemocnění a jejich klinické aplikace* – vedoucí projektu: prof. MUDr. R.Rokyta, DrSc.).