proLékaře.cz | 2.11.2026

Kresba jízdního kola – validizační studie pro syndrom demence

Bicycle Drawing Test – Validation Study for Dementia

Souhrn

Cíle: Test Kresby jízdního kola (KJK) se v neuropsychologickém vyšetření používá pro hodnocení zrakově-prostorových a exekutivních funkcí. Zadání i vyhodnocení je jednoduché a časově nenáročné. Cílem této práce je prozkoumat psychometrické charakteristiky testu (reliabilita, validita), vliv demografických proměnných na skóry a popsat výsledky souboru zdravých starších osob. Vedlejším cílem je srovnání dvou odlišných způsobů skórování KJK. *Soubor a metodika:* Bylo vyhodnoceno 111 kreseb zdravých dobrovolníků starších 60 let (věk M = 74,4; SD = 7,8; vzdělání M = 13,5; SD = 3,6) a 57 kreseb pacientů s kognitivním deficitem (věk M = 75,6; SD = 7,3; vzdělání M = 13,8; SD = 3,3). Soubor s kognitivním deficitem tvoří pacienti s mírnou kognitivní poruchou, demencí při Alzheimerově nemoci a jiným typem demence. Kromě KJK byli všichni účastníci vyšetřeni detailní neuropsychologickou baterií. Kresby byly vyhodnoceny podle skórovacích systémů Lezakové a Greenberga. *Výsledky:* Uvádíme hodnoty shody hodnotitelů, korelace položek s celkovým skórem a vnitřní konzistence. Skóry nekorelují s věkem a vzděláním, ale liší se podle pohlaví. Hodnocení konvergentní a divergentní validity ukazuje korelaci skórů KJK s testy zrakově-prostorových a exekutivních funkcí a s globálním hodnocením kognice a absenci korelací s testy paměti a řeči. Diskriminační potenciál KJK byl ucházející pro detekci demence, ale ne pro detekci MCI. *Závěry:* Psychometrické vlastnosti KJK umožňují její použití v klinické praxi pro hodnocení zrakově-prostorových a exekutivních funkcí a celkového kognitivního výkonu. Prezentované hodnoty pro převod hrubých skórů na standardní umožní odborníkům pracovat s kvantitativním hodnocením testu.

Abstract

Aims: The Bicycle Drawing Test (BDT) is used in neuropsychological assessment to evaluate visuospatial and executive functions. Administration and scoring are short and simple. The aim of this project was to examine psychometric properties of the BDT (reliability, validity) and the effect of demographic characteristics and to present results of healthy older adults. A secondary aim was to compare two different scoring systems. *Methods:* We evaluated 111 drawings of cognitively healthy adults aged over 60 (age M = 74.4 years, SD = 7.8; education M = 13.5 years, SD = 3.6) and 57 drawings of patients with cognitive deficit (age M = 75.6 years, SD = 7.3; education M = 13.8 years, SD = 3.3). The group with cognitive deficit included patients with mild cognitive impairment, dementia due to Alzheimer's disease, and other dementias. All subjects completed a detailed neuropsychological battery. Drawings were scored according to Lezak's and Greenberg's systems. *Results:* We present values for inter-rater reliability, item-total correlation and internal consistency. Scores were not influenced by age or education but differed by gender. Convergent and divergent validity analysis showed correlation with measures of visuospatial and executive functions and with global cognitive functioning, and lack of correlation with memory or language measures. We found satisfactory discriminative power of BDT for detection of dementia but not for MCI. *Conclusions:* Psychometric properties of BDT substantiate its use in clinical practice for evaluation of visuospatial functions and global cognition level. Presented values for transformation of raw scores into standard scores allow clinicians to work with quantitative rating of results.

Grantová podpora: VG FFUK 26910301; IGA MZČR NT13145-4/2012; projekt „Národní ústav duševního zdraví (NUDZ)", registrační číslo ED2.1.00/03.0078, financovaný z Evropského fondu regionálního rozvoje.

Děkujeme doc. MUDr. Robertu Rusinovi za umožnění provedení neuropsychologického vyšetření u pacientů s kognitivním deficitem. Děkujeme také neznámému recenzentovi za cenné připomínky k článku.

Autoři deklarují, že v souvislosti s předmětem studie nemají žádné komerční zájmy.
The authors declare they have no potential conflicts of interest concerning drugs, products, or services used in the study.
Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.
The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.

E. Bolceková[1–3], K. Čechová[1,3], H. Marková[4], S. Johanidesová[5], H. Štěpánková[3], M. Kopeček[3]

[1] Katedra psychologie, FF UK v Praze
[2] Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd 1. LF UK a VFN v Praze
[3] Národní ústav duševního zdraví, Klecany
[4] Kognitivní centrum, Neurologická klinika 2. LF UK a FN v Motole, Praha
[5] Laboratoř evokovaných potenciálů, neurologické oddělení, Thomayerova nemocnice, Praha

✉
Mgr. Eva Bolceková
Neurologická klinika a Centrum klinických neurověd
1. LF UK a VFN v Praze
Viničná 9
128 00 Praha
e-mail: eva.bolcekova@lf1.cuni.cz

Přijato k recenzi: 13. 2. 2015
Přijato do tisku: 22. 1. 2016

Klíčová slova

Kresba jízdního kola – zrakově-prostorové funkce – exekutivní funkce – reliabilita – validita

Key words

Bicycle Drawing Test – visuospatial function – executive function – reliability – validity

proLékaře.cz | 2.11.2026

Úvod

Test Kresby jízdního kola (KJK) je komplexní neuropsychologický zrakově-konstrukční test, jehož výhodou je jednoduchá a časově nenáročná administrace. Testovaná osoba má k dispozici tužku a papír a úkolem je nakreslit jízdní kolo. Původně byl test vyvinut Jeanem Piagetem k hodnocení stupně kognitivního vývoje a úrovně logického myšlení u dětí [1], později své místo nalezl také jako diagnostický test u dospělé populace. Lezaková [2] považuje KJK za nástroj k hodnocení technického myšlení a úrovně zrakově-konstrukčních funkcí jak u dětí, tak u dospělých. Díky podobnosti úkolu KJK s Testem hodin můžeme soudit, že se na výsledku kromě zrakově-konstrukčních funkcí podílí také kvalita zachování exekutivních funkcí (generace a exekuce plánu) a sémantické paměti [3,4].

KJK není v klinické praxi příliš rozšířena [5], na rozdíl od všeobecně známého Testu hodin [6]. Obohacení baterie neuropsychologických testů o další jednoduchou pomůcku, kterou by případně bylo možné Test hodin doplnit nebo i nahradit, by bylo jistě žádoucí. Pokud by se ukázalo, že Test hodin a KJK přináší obdobné výsledky, mohla by se KJK zadávat pacientům při retestu kvůli prevenci efektů nácviku. Prokázalo-li by se, že KJK je kvůli náročnější konstrukci obtížnější, mohla by přinést informace u pacientů s mírnějším oslabením kognitivních funkcí než Test hodin. U toho se totiž ukazuje, že jeho schopnost rozlišovat mezi pacienty s mírnou kognitivní poruchou (Mild Cognitive Impairment; MCI) a zdravými osobami není přesvědčivá [7].

Hlavním cílem této práce je představit KJK jako dosud málo známý test zrakově-prostorových funkcí. Tato studie má proto dvě základní části. Cílem první částí je u kognitivně zdravé seniorské populace:

1. zjistit psychometrické charakteristiky dvou odlišných skórovacích systémů KJK
   a) shodu hodnotitelů (inter-rater reliabilitu),
   b) korelaci jednotlivých položek s celkovým skórem,
   c) vnitřní konzistenci (Cronbachova alfa);
2. zjistit vztah získaného skóru v KJK k věku, vzdělání a pohlaví jedinců;
3. popsat výsledky zdravých starších lidí jako pilotní normativní údaje pro dva odlišné skórovací systémy.

Cílem druhé části je u pacientů s kognitivním deficitem na úrovni syndromu MCI a syndromu demence:

4. zjistit konvergentní a divergentní validitu KJK při použití dvou odlišných skórovacích systémů;
5. zjistit klasifikační výkon KJK pro populace pacientů s odlišnou mírou kognitivního deficitu.

Tab. 1. Charakteristiky souboru.

Soubor		Kontrolní soubor	Pacienti s kognitivním deficitem
n		111	57
věk	M (SD)	74,4 (7,8)	75,6 (7,3)
	min.–max.	61–93	60–89
vzdělání	M (SD)	13,5 (3,6)	13,8 (3,3)
	min.–max.	6–24	8–20
pohlaví	n	42 muži : 69 ženy	22 muži : 35 ženy
	procenta	38 % muži : 62 % ženy	39 % muži : 61 % ženy
diagnóza	n	–	17 aMCI : 14 naMCI : 12 AD : : 14 jiná demence
	procenta	–	30 % aMCI : 25 % naMCI : 21 % AD : : 25 % jiná demence
MoCA	M (SD)	25,9 (2,5)	19,1 (4,8)
	min.–max.	20–30	7–30
MMSE	M (SD)	–	23,6 (4,8)
	min.–max.	–	11–30
MADRS	M (SD)	–	8,3 (5,6)
	min.–max.	–	0–23
FAQ	M (SD)	–	8 (7,7)
	min.–max.	–	0–28

n – počet, M – průměr, SD – standardní odchylka, aMCI – amnestická mírná kognitivní porucha, naMCI – neamnestická mírná kognitivní porucha, AD – Alzheimerova nemoc, MoCA – Montrealský kognitivní test, MMSE – Mini-Mental State Examination, MADRS – Škála hodnocení deprese Montgomeryho-Asbergové, FAQ – Dotazník funkčního stavu.

Soubor a metodika

Soubor

Náš výzkumný soubor zahrnuje populaci kognitivně zdravých seniorů (kontrolní soubor; KS) a pacientů s kognitivním deficitem na úrovni syndromu MCI a demence. Obě skupiny absolvovaly sérii neuropsychologických testů, mezi které byla zařazena KJK. Všichni účastníci studie byli seznámeni s průběhem testování a informováni o anonymním zpracování dat a podepsali informovaný souhlas. Sběr dat probíhal od ledna 2014 do prosince 2014.

Data od KS byla získána v rámci projektu Národní normativní studie kognitivních determinant zdravého stárnutí (NANOK [8]). Do studie byli zařazeni dobrovolníci ve věku nad 60 let, bez diagnostikované kognitivní poruchy, depresivní poruchy, závažného neurologického, psychiatrického či jiného akutního onemocnění. Celkem bylo pro tuto studii sebráno 115 kreseb. V dalším zpracování dat byly vyloučeny kresby čtyř osob, které dosáhly v Montrealském kognitivním testu méně než 20 bodů, protože tento skór již vypovídá o přítomnosti kognitivního deficitu [9]. KS tak čítal 111 osob, základní demografické charakteristiky jsou uvedeny v tab. 1.

Soubor jedinců s kognitivním deficitem tvoří pacienti neurologického oddělení Thomayerovy nemocnice v Praze a Neurologické kliniky 1. LF UK a VFN v Praze, kteří vyhledali pomoc pro pokles kognitivní výkonnosti. Všichni pacienti byli vyšetřeni neurologicky a neuropsychologicky a podstoupili zobrazovací vyšetření mozku (CT/MR). Kritériem pro stanovení narušení kognitivní funkce na úrovni MCI byl výkon ≤ –1,5 SD pod průměrem v alespoň jednom testu hodnotícím danou kognitivní funkci vzhledem k publikovaným normativním datům pro referenční skupinu [10]. MCI byla klasifikována na amnestickou (aMCI) a neamnestickou

proLékaře.cz | 2.11.2026

Příloha 1. Skórování dle Lezakové.
Za každou položku přidělíme 0 nebo 1 bod, pokud není povoleno 0,5 bodu.

1. Dvě kola.
2. **V kratší verzi skórování vyřazeno:** Výplet kol (aspoň v jednom z kol, nemusí být rovnoměrný).
3. Kola jsou stejně velká (menší aspoň 3/5 většího, doporučujeme změřit pravítkem).
4. Velikost kol je adekvátní zbytku kresby.
5. Propojení středu předního kola s řídítky (řídítka musí být přítomna).
6. Propojení středu zadního kola se sedlem (musí být přítomno sedlo nebo jeho násada).
7. Řídítka (musí být přítomna, správné umístění není nutné).
8. Sedlo (musí být přítomno, správné umístění není nutné).
9. Propojení pedálů s přední částí rámu (pedály nemusí být zakresleny, jsou zmíněny jako označení místa).
10. Propojení pedálů se zadní částí rámu (pedály nemusí být zakresleny, jsou zmíněny jako označení místa).
11. Sedlo umístěno adekvátně vzhledem k pedálům (sedlo umístěno výš a více vzadu, v adekvátní vzdálenosti, musí být přítomno sedlo i pedály).
12. Dva pedály (0,5 bodu za jeden).
13. Pedály správně napojené na převodník (přibližně naproti sobě).
14. Převodník a pastorek (0,5 bodu za jeden).
15. Horní rámová tyč správně umístěná.
16. Řetěz.
17. Řetěz správně napojený (propojuje převodník a pastorek).
18. **V kratší verzi skórování vyřazeno:** Blatníky (0,5 bodu za jeden).
19. **V kratší verzi skórování vyřazeno:** Správná spojení čar (většina spojení čar v toleranci 3 mm).
20. **V kratší verzi skórování vyřazeno:** Detaily se nepřekrývají (části, které se ve skutečnosti nemohou překrýt, jsou nakresleny odděleně).

Příloha 2. Skórování dle Greenberga.
Za každou položku přidělíme 0 nebo 1 bod, pokud není povoleno 0,5 bodu.

Základní součásti

1. Dvě kola *(jedno = 0 bodů, více = 1 bod).*
2. **V kratší verzi skórování vyřazeno:** Výplet kol (nebo adekvátní alternativa), 0,5 bodu za každé kolo.
3. Řídítka.
4. Sedlo.
5. Dva pedály, 0,5 bodu za každý.
6. Převodník a řetěz, 0,5 bodu za každé.
7. Kompletní rám (vrchní, spodní, přední a zadní tyč).

Motorika/provedení **(v kratší verzi skórování je celá tato škála vyřazena)**

8. Čáry jsou ukončeny v toleranci 3 mm od cíle *(menší počet přetažených nebo nedotažených čar v důsledku nedbalosti tolerujeme, ale nesmí v kresbě převažovat).*
9. Nejsou čáry navíc nebo jiné známky špatného ovládání tužky *(penalizujeme za irelevantní čáry, pokud proband není schopen vysvětlit jejich význam, stopy opření tužky tolerujeme).*
10. Nejsou perseverace *(víc pedálů nebo kol).*
11. Není patrný třes ruky *(črtání nevadí).*
12. Kola neobsahují úhly *(elipsovitý tvar nevadí).*

Prostorové vztahy

13. Kola jsou přibližně stejně velká *(menší aspoň 0,75 většího, doporučujeme změřit pravítkem).*
14. Obě kola jsou symetrická *(nejmenší průměr aspoň 0,75 největšího + je přítomno alespoň 0,75 obvodu, doporučujeme změřit pravítkem).*
15. Rovnoměrné rozložení výpletu ve všech kvadrantech *(v obou kolech; nemusí vycházet ze středu; položka je zaměřena na neglect).*
16. Výplet adekvátně umístěn a podobný v obou kolech *(výplet vychází z prostředku a vede k ráfku; musí být rovnoměrně rozložen ve všech kvadrantech v obou kolech).*
17. **V kratší verzi skórování vyřazeno:** Všechny součásti jsou orientovány stejným směrem *(kresba musí odpovídat pohledu na kolo z jedné strany; při doplňování předtištěného kola tedy pohled ze strany; POZOR NA ŘÍDÍTKA – VĚTŠINA PROBANDŮ ZDE CHYBUJE).*
18. Celé kolo je v prostoru papíru, ani není deformované kvůli okraji papíru.
19. Všechny součásti kola jsou napojené na kresbu.
20. **V kratší verzi skórování vyřazeno:** Oddělené součásti (např. kola) se nepřekrývají.
21. Všechny součásti jsou proporčně a prostorově adekvátní *(na první pohled musí být zjevné, že jde o jízdní kolo; je možné představit si postavu, která na kole pohodlně jede.)*

Mechanické uvažování

22. Propojení řidítek a předního kola *(umožňuje řízení; POZOR NA ÚHEL ŘÍDÍTEK).*
23. Aspoň jeden pedál správně napojen na převodník.
24. Řetěz napojen na prostředek zadního kola.
25. Střed předního kola napojen na rám.
26. Střed zadního kola napojen na rám.

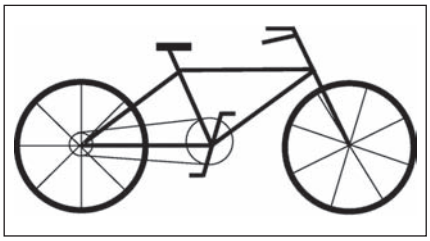
(naMCI) variantu [11]. Syndrom demence byl diagnostikován, pokud narušení kognice již zapříčinilo omezení soběstačnosti pacienta. Podskupinu tvořili pacienti, kteří splňovali podmínky pro diagnózu Alzheimerovy nemoci (AD) [12]. Pacienti, u nichž byla zjištěna jiná příčina demence (vaskulární kognitivní postižení, demence s Lewyho tělísky, frontotemporální lobární degenerace), byli zařazeni do samostatné skupiny „jiná demence". Soubor pacientů čítal 57 osob, charakteristiky souboru zachycuje tab. 1.

Kresba jízdního kola

KJK byla administrována jako součást komplexní neuropsychologické baterie. Probandům byl předložen záznamový arch o velikosti A5 s předtištěnou kružnicí představující jedno kolo. Instrukce zněla: „Dokreslete tento obrázek tak, aby to bylo jízdní kolo." Pro vypracování testu nebyl stanoven časový limit, všichni probandi test ukončili do dvou minut. Vyhodnocení kreseb bylo provedeno podle dvou skórovacích systémů – Lezakové [2] a Greenberga [13].

Systém Lezakové (příloha 1) používá ke skórování kresby kola 20 položek, přičemž

proLékaře.cz | 2.11.2026



Obr. 1. Kresba jízdního kola hodnocená plným počtem bodů v obou skórovacích systémech. Převzato z [13].
Fig. 1. A full-score bicycle drawing.

se uděluje 0 nebo 1 bod (u tří položek možnost 0,5 bodu) za každou položku. Hodnotí se celkový skór. Greenbergův systém (příloha 2) se skládá z 26 položek, které jsou také hodnoceny 0 nebo 1 bodem (u tří položek možnost 0,5 bodu). Položky jsou rozděleny na čtyři subškály: Základní součásti (7 bodů), Motorické provedení (5 bodů), Prostorové vztahy (9 bodů) a Technické myšlení (5 bodů). Kresbu jízdního kola hodnocenou plným počtem bodů podle obou systémů ukazuje obr. 1. Kresby byly pro účely této studie hodnoceny dvěma hodnotiteli, uváděné hodnoty vycházejí z konsenzuálních skórů.

Neuropsychologická baterie

Kontrolní soubor byl vyšetřen komplexní baterií testů, která je popsána jinde [8,14]. Baterie použitá u pacientů s kognitivním deficitem obsahovala kromě KJK tyto testy: MMSE [14], MoCA [9], Opakovatelná baterie pro hodnocení neuropsychologického stavu (RBANS) [15], Test hodin [7], Frontal Assessment Battery (FAB) [16], Test cesty (TMT) [17], sémantická verbální fluence [18], fonemická verbální fluence [19], Pětiteč-kový test (5TT) [20], Pražský Stroopův test (PST) [21], Montgomery-Asberg Depression Rating Scale (MADRS) [22], Neuropsychiatrický inventář (NPI) [23] a Dotazník funkčního stavu (FAQ) [24].

Příloha 3. Korelace položek s hrubým skórem na celém souboru, n = 168.

	KJK-L (20 položek)	KJK-G (26 položek)
r ≥ 0,5	8 položek (6, 9, 11–14, 16, 17)	3 položky (6, 23, 24)
0,5 > r ≥ 0,4	4 položky (4, 5, 10, 15)	4 položky (5, 21, 25, 26)
0,4 > r ≥ 0,3	3 položky (3, 7, 8)	2 položky (4, 7)
0,3 > r ≥ 0,2	1 položka (18)	8 položek (2, 3, 13–16, 19, 22)
r < 0,2	4 položky (1, 2, 19, 20)	8 položek (1, 8–12, 17, 20)
nelze hodnotit	–	1 položka (18)

KJK-L – skór Kresby jízdního kola dle Lezakové, KJK-G – skór Kresby jízdního kola dle Greenberga, r – korelace položky s hrubým skórem.

Statistické zpracování

Zpracování bylo provedeno v programu R [25]. Normální rozložení proměnných bylo ověřováno Shapirovým-Wilkovým testem. Skóry Lezakové i Greenberga mají normální rozložení, ovšem většina ostatních sledovaných proměnných je nemá, proto byl pro výpočet korelací použit Spearmanův korelační koeficient (rho). Pro srovnání skórů KJK v různých skupinách byl použit t-test, resp. ANOVA.

Výsledky

Popis souboru

Demografické charakteristiky KS a souboru pacientů a hodnoty vybraných skríningových testů a dotazníků ukazuje tab. 1. Věk a vzdělání (hodnoceno t-testem pro dva nezávislé výběry, věk $t = 0,95$; $df = 117,7$; $p = 0,34$; vzdělání $t = 0,63$; $df = 120,8$; $p = 0,53$) ani procentuální zastoupení mužů a žen ($\chi^2 = 0,009$; $df = 1$; $p = 0,9$) se mezi skupinami neliší.

Shoda hodnotitelů

Shoda hodnotitelů byla vyhodnocena na 138 kresbách (82 zdravých osob a 56 pacientů s kognitivním deficitem), každá byla posouzena dvěma hodnotiteli. Výsledky jsou uvedeny v tab. 2. Pro další zpracování dat byly určeny konsenzuální skóry.

Korelace položek s hrubým skórem

Hodnoty korelací položek s hrubým skórem (HS) v KJK-L a KJK-G uvádíme v příloze 3. Vzhledem k nízkým hodnotám u některých položek jsme se rozhodli vytvořit návrh kratší verze skórování. V KJK-L jde o výplet kol (položka 2), blatníky (položka 18), správná spojení čar (položka 19) a absenci překrývání detailů (položka 20). V KJK-G vedlo vyřazení položek s nízkou korelací s HS k odstranění celé subškály Motorické provedení. Kromě ní byly vyřazeny položky: výplet kol (položka 2), orientace všech součástí stejným směrem (položka 17) a absence překrývání detailů (položka 20) .

V přílohách 1 a 2 uvádíme všechny položky původních skórovacích systémů s označením těch, které mohou být pro kratší verze odstraněny. K těmto navrženým kratším verzím uvádíme v příloze 4 percentilové normy pro vyhodnocení v klinické praxi, ale kvůli konzistenci s originálními daty uvádíme další výsledky pro původní verze skórování.

Tab. 2. Shoda hodnotitelů.

	KJK-L	KJK-G				
		CS	G1	G2	G3	G4
ICC(3,1)	0,96	0,87	0,94	0,42	0,70	0,91
interval spolehlivosti 95%	0,94–0,97	0,82–0,90	0,91–0,95	0,27–0,55	0,60–0,77	0,88–0,94

KJK-L – Skór Kresby jízdního kola dle Lezakové, KJK-G – Skór Kresby jízdního kola dle Greenberga, CS – celkový skór, G1 – škála Základní součásti, G2 – škála Motorické provedení, G3 – škála Prostorové vztahy, G4 – škála Technické myšlení, ICC(3,1) – koeficient vnitrotřídní korelace, model 3, forma 1.
Vyhodnoceno bylo 138 kreseb (82 zdravých osob, 56 pacientů s kognitivním deficitem) dvěma hodnotiteli.

proLékaře.cz | 2.11.2026

Příloha 4. Percentilové hodnoty kognitivně zdravých seniorů pro zkrácené verze skórování.

	2. percentil (–2 SD)	7. percentil (–1,5 SD)	16. percentil (–1 SD)	31. percentil (–0,5 SD)	50. percentil (0 SD)	70. percentil (+0,5 SD)	84. percentil (+1 SD)	93. percentil (+1,5 SD)	98. percentil (+2 SD)
KJK-L zkráceno (max. = 16)	4,5	5,0	6,5	7,0	9,0	11,5	13,5	15,0	16,0
KJK-G zkráceno (max. = 18)	6,5	7,5	8,5	10,0	11,5	13,0	14,0	15,5	17,0

KJK-L – Skór Kresby jízdního kola dle Lezakové, KJK-G – Skór Kresby jízdního kola dle Greenberga, SD – standardní odchylka.

Tab. 3. Korelace skórů s věkem a vzděláním na kontrolním souboru, n = 111.

	Věk	Vzdělání
Lezaková CS	–0,06	0,09
Greenberg CS	–0,13	0,06
• Základní součásti	0,04	–0,03
• Motorické provedení	–0,07	–0,01
• Prostorové vztahy	–0,18	–0,04
• Technické myšlení	–0,08	0,16

CS – celkový skór.
U všech hodnot p > 0,8.

Tab. 4. Hodnoty pro převod hrubého skóru na standardní pro originální verze skórování.

	M (SD)	
Greenberg	17,3 (3,1)	
• Základní součásti	4,9 (1,0)	
• Motorické provedení	4,4 (0,6)	
	muži	ženy
• Prostorové vztahy	5,5 (1,2)	6,1 (1,3)
• Technické myšlení	3,0 (1,6)	1,6 (1,4)
Lezaková	13,2 (3,7)	10,6 (3,3)

M – průměr, SD – standardní odchylka.

Tab. 5. Výsledky kontrolního souboru a pacientů s kognitivním deficitem.

	KS	PAC	aMCI	naMCI	AD	jiná demence
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Lezaková (max. = 20)	11,6 (3,6)	9,6 (4,8)**	11,9 (4,9)	10,3 (4,3)	8,5 (4,3)*	6,9 (4,4)**
Greenberg (max. = 26)	17,3 (3,1)	14,8 (4,2)***	16,1 (4,3)	16,0 (3,2)	14,0 (4,3)*	12,5 (4,1)***
• Základní součásti (max. = 7)	4,9 (1,0)	4,1 (1,6)***	4,7 (1,2)	4,7 (1,2)	3,7 (1,6)*	3,0 (1,7)***
• Motorické provedení (max. = 5)	4,4 (0,6)	4,0 (1,0)**	3,8* (0,9)	4,3 (0,6)	3,8 (1,4)	3,0 (1,7)
• Prostorové vztahy (max. = 9)	5,8 (1,3)	5,1 (1,7)**	5,3 (1,7)	5,3 (1,8)	5,1 (1,7)	4,8 (1,7)*
• Technické myšlení (max. = 5)	2,1 (1,6)	1,6 (1,7)*	2,3 (2,0)	1,8 (1,7)	1,4 (1,5)	0,7 (1,4)**

KS – kontrolní soubor, PAC – pacienti s kognitivním deficitem, aMCI – amnestická mírná kognitivní porucha, naMCI – neamnestická mírná kognitivní porucha, AD – Alzheimerova nemoc, M – průměr, SD – standardní odchylka.
Úroveň statistické významnosti rozdílu oproti KS: *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Vnitřní konzistence

Cronbachova alfa pro původní Lezakové skórování je 0,78 (95% CI 0,70–0,85), pro Greenbergovo skórování 0,70 (95% CI 0,61–0,79). Zkrácené verze dosahují hodnot: KJK-L 0,81 (95% CI 0,74–0,88), KJK-G 0,67 (95% CI 0,56–0,77).

Soubor zdravých osob

Věk a vzdělání se skóry KJK korelují jen slabě a nesignifikantně (tab. 3); z tohoto důvodu nejsou výsledky děleny podle věku a vzdělání. Porovnání výsledků mužů a žen ukazuje signifikantní rozdíl v celkovém skóru KJK-L (t = 3,67; df = 79,2; p = 0,0004, muži skórují výše) a ve dvou subskórech KJK-G (Prostorové vztahy t = –2,25; df = 93,8; p = 0,03, ženy skórují výše; Technické myšlení t = 4,52; df = 79,7; p < 0,0001; muži skórují výše). Na základě těchto výsledků jsou data prezentována zvlášť. Pro tyto skóry tedy výsledky dělíme pro muže a ženy, ne však podle věku a vzdělání; výsledky ukazuje tab. 4.

Skóry KJK-L a KJK-G spolu silně korelují (Pearsonovo r = 0,81; 95% CI 0,75–1,00; t = 14; df = 109; p < 0,0001).

Soubor osob s kognitivním deficitem

Výsledky pacientů v KJK ve srovnání s KS uvádíme v tab. 5. Pacienti s AD dosahovali ve srovnání s KS signifikantně nižších celkových skórů (KJK-L a KJK-G) a subskóru Základní

proLékaře.cz | 2.11.2026

Tab. 6. Korelace s dalšími testy (konvergentní a divergentní validita) na klinickém souboru, n = 57.

		KJK-L	KJK-G
Globální hodnocení/ /skrínink	MMSE	0,36**	0,27*
	MoCA	0,48**	0,38*
	RBANS	0,45**	0,36*
Zrakově-prostorové funkce	RBANS vizuokonstrukční/prostorové vnímání	0,66***	0,54***
	Test hodin	0,64***	0,53***
	Kopie figury (RBANS)	0,44**	0,42**
	Orientace přímky (RBANS)	0,65***	0,50***
Exekutivní funkce	FAB	0,51***	0,47**
	TMT B	–0,50**	–0,39
	5TT	0,30	0,29
	VF lexikální	0,33	0,24
	PST (interference)	–0,17	–0,13
Paměť	RBANS Bezprostřední paměť	0,28	0,22
	RBANS Oddálená pameť	0,32	0,26
Řeč	RBANS Řeč	0,33	0,31
	VF sémantická (RBANS)	0,34	0,30
	Pojmenování obrázků (RBANS)	0,28	0,32
Pozornost a tempo	RBANS Pozornost	0,19	0,14
	TMT A	–0,54**	–0,47*
	Opakování čísel (RBANS)	0,09	0,06
Dotazníky	FAQ	–0,42	–0,41
	MADRS	–0,21	–0,17
	NPI	–0,17	–0,18

MMSE – Mini-Mental State Examination, MoCA – Montrealský kognitivní test, RBANS – Opakovatelná baterie pro hodnocení neuropsychologického stavu, FAB – Frontal Assessment Battery, TMT – Test cesty, 5TT – Pětitečkový test, VF – verbální fluence, PST – Pražský Stroopův test, FAQ – Dotazník funkčního stavu, MADRS – Škála hodnocení deprese Montgomeryho-Asbergové, NPI – Neuropsychiatrický inventář.

*p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Tab. 7. Plocha pod křivkou ROC.

	KJK-L	KJK-G
zdraví vs. aMCI	0,50	0,60
zdraví vs. naMCI	0,59	0,60
zdraví vs. AD	0,71	0,73
zdraví vs. jiná demence	0,81	0,83

KJK-L – Skór Kresby jízdního kola dle Lezakové, KJK-G – Skór Kresby jízdního kola dle Greenberga, aMCI – amnestická mírná kognitivní porucha, naMCI – neamnestická mírná kognitivní porucha, AD – Alzheimerova nemoc.

součásti. Pacienti s jinou demencí navíc dosahovali ve srovnání s KS signifikantně nižších skórů i ve všech ostatních zkoumaných subskórech. Naopak naMCI se od KS nelišili v žádném zkoumaném skóru a aMCI skupina skórovala statisticky významně níže ve srovnání s KS pouze v subskóru Motorické provedení.

Konvergentní a divergentní validita

Hodnoty korelací KJK-L a KJK-G s jinými neuropsychologickými testy provedenými na klinické populaci ukazuje tab. 6. Obě skórování významně korelují s globálním hodnocením kognice a také s testy zrakově-prostorových funkcí. Významné korelace byly nalezeny též s některými testy exekutivních funkcí. U testů paměti a řečových funkcí nebyly korelace významné. Z testů pozornosti byla korelace významná pro obě skórování u TMT A. Korelace s výsledky dotazníků nebyly významné.

Klasifikační výkon

Byla provedena ROC (Receiver Operating Characteristic) analýza pro skupiny zdravých osob, pacientů s MCI amnestickou a neamnestickou a pacientů s demencí při AD a jinou demencí. Výsledné plochy pod křivkou (AUC) pro KJK-L a KJK-G ukazuje tab. 7.

Diskuze

Cílem této studie bylo představit KJK jako dosud málo známý test zrakově-prostorových schopností. V první části jsme zkoumali psychometrické charakteristiky dvou odlišných skórovacích systémů KJK (shodu hodnotitelů, korelaci jednotlivých položek s celkovým skórem a vnitřní konzistenci), zjišťovali vztah získaného skóru v KJK k věku, vzdělání a pohlaví jedinců a prezentovali výsledky pro oba zkoumané skórovací systémy. Ve druhé části jsme u pacientů s kognitivním deficitem na úrovni syndromu MCI a syndromu demence zjišťovali konvergentní a divergentní validitu KJK a prediktivní hodnoty KJK pro populace pacientů s odlišnou mírou kognitivního deficitu.

Reliabilita

Shoda hodnotitelů je u KJK-L vysoká (ICC = 0,96), toto hodnocení lze považovat za dostatečně spolehlivé u různých hodnotitelů. Také u KJK-G bylo v celkovém skóru dosaženo dobrých hodnot (ICC = 0,87). Když ale hodnotíme skóry jednotlivých subškál tohoto hodnocení, tak u subskóru Motorické provedení nalezneme poměrně nízkou

proLékaře.cz | 2.11.2026

hodnotu (ICC = 0,42). Podotýkáme, že položky této škály také málo korelovaly s celkovým skórem a v navrhované zkrácené verzi Greenbergova skórování nefigurují.

Korelace položek s HS nebyla ani v jednom skórování ideální. Na základě výsledků jsme vyřadili čtyři položky z KJK-L, a tím se podařilo také mírně zvýšit vnitřní konzistenci. Problematickou položkou byl výplet kol, který se často nevyskytoval ani na kresbách zdravých osob (tento prvek často chybí rovněž na piktogramech bicyklů, např. na dopravních značkách). Dalším podobným prvkem jsou blatníky. Zbylé dvě vyřazené položky souvisí s motorickým provedením kresby: absence překrývání detailů a přesnost spojení čar. Zde vidíme dvě hlavní příčiny: nejasnosti kritérií posouzení a „nedbalost" provedení některých jinak kvalitních kreseb. Nejasnost kritérií vyplývá z toho, že definici „přesná spojení" může každý hodnotitel vnímat jinak, navíc i pokud jsou definovány přesné hodnoty tolerancí, tak ojedinělé mírné porušení tohoto limitu může být hodnoceno odlišně.

V KJK-G můžeme na základě nízkých korelací s HS odstranit celou subškálu Motorické provedení. Ostatní odstraněné položky jsou podobné jako u KJK-L (výplet, překrývání). Poslední odstraněnou položkou je požadavek na orientaci všech součástí jedním směrem, který klade vysoké nároky na realistické zobrazení řídítek a velmi málo probandů ho splní. Otázkou k diskuzi je, zda odstraněním motorické škály z KJK-G neztrácíme podstatné informace o úrovni přesnosti jemné motoriky. Vzhledem k nízkým výsledkům reliability u těchto položek se ale přikláníme k názoru vynechat je při kvantitativním hodnocení a případná zjištění se pokusit popsat kvalitativně.

Demografické vlivy

Podle výsledků naší studie výkon v KJK u kognitivně zdravé populace seniorů nekoreluje signifikantně s věkem ani vzděláním ani v jednom skórovacím systému. Absence korelace s věkem se liší od zjištění jiných autorů [26–28]. U dvou z těchto prací to můžeme vysvětlit odlišným věkovým rozmezím výzkumných souborů. Náš soubor obsahoval pouze probandy starší než 60 let, zatímco u ostatních se věk pohyboval již od adolescence. Je možné, že tito mladší lidé kreslí jízdní kolo lépe než starší např. proto, že na kole pravidelně jezdí. V práci Schmitta et al však byla nalezena korelace s věkem (na úrovni r = –0,33) na vzorku starších osob [27]. Nejsme si jisti, jak tento rozdíl vysvětlit. Tato práce pochází z USA a starší lidé v našem prostředí mohou znát jízdní kola lépe než jejich americké protějšky např. proto, že na nich více jezdili. Ohledně absence vlivu vzdělání se naše výsledky se Schmittovou studií shodují. K jiným výsledkům ohledně vzdělání ale došli Diederichová a Merten, kteří zde ukázali významnou korelaci [26]. Před vyhodnocením dat jsme se domnívali, že podobně jako u mnoha dalších neuropsychologických testů povede vyšší vzdělání k vyšším skórům díky lepšímu využití exekutivních funkcí (generace a exekuce plánu). Naše výsledky nás vedou k přehodnocení tohoto předpokladu, tj. nemusí se jednat o úroveň dosaženého vzdělání, ale spíše o jeho směr (technicky vzdělaní lidé budou bicykl kreslit lépe).

Naše výsledky dále ukázaly, že výsledný skór je ovlivněn pohlavím. V KJK-L i KJK-G skórovali muži signifikantně lépe než ženy. Stejný trend zjistili i další publikované práce [26–28]. Zdá se tedy, že rozdíly mezi pohlavími ve prospěch mužů ve zrakově-konstrukčních funkcích [29,30] se potvrzují také při KJK.

Validita

Konvergentní a divergentní validita KJK je podle výsledků dobrá. Oba systémy skórování silně korelují s měřítky zrakově-prostorových funkcí (RBANS Zrakově-prostorová škála, Kopie figury, Orientace přímky, Test hodin). Obě skórování silně korelují rovněž se zkouškou exekutivních funkcí FAB, což je v souladu s naším očekáváním. U Lezakové byl také nalezen významný vztah k dalšímu testu exekutivních funkcí TMT B. Středně silná korelace byla nalezena u obou skórovacích systémů se skríningovými metodami, resp. hodnocením globálního stavu kognice (MMSE, MoCA, Celkový skór RBANS).

Divergentní validita se rovněž ukazuje jako dobrá: nebyly nalezeny významné korelace s testy paměti nebo řečových funkcí. V oblasti pozornosti a psychomotorického tempa se objevila signifikantní korelace pouze u TMT A, u jiných metod (RBANS symboly, Opakování čísel, PST D) nebyla korelace významná. Tato pozorování se shodují s výsledky studie Hubleyové a Hamiltonové, ve které byly korelace mezi KJK a paměťovým testem učení nízké a nevýznamné, oproti signifikantním korelacím s testy zrakově-prostorových funkcí [28] a také s našimi dřívějšími výsledky [31]. Skóry KJK nesouvisí ani s hodnocením deprese (MADRS) a jiných neuropsychiatrických symptomů (NPI); pro dotazník každodenního fungování FAQ byla sice korelace poměrně vysoká (rho = –0,40), ale vztah nebyl statisticky významný. Může to však naznačovat tendenci KJK odrážet i schopnost samostatného fungování pacienta.

Klinická data

Skóry pacientů s kognitivním deficitem byly nižší než ve skupině zdravých osob. Významně nízkých skórů dosahovali především pacienti s demencí; ve skupině MCI byl sice naznačen obdobný trend, rozdíly oproti KS však nedosahovaly statistické významnosti. Hodnoty AUC pro rozlišování zdravých dobrovolníků od MCI jsou nedostatečné, až rozlišení KS od demence je dobré. Tato zjištění nepotvrdila náš předpoklad, že díky vyšší náročnosti bude KJK dobře rozlišovat zdravé osoby od počátečních stadií kognitivních poruch. Zdá se, že variabilita u zdravé populace je tak velká, že se soubory nutně z velké části překrývají. Dle našich výsledků tedy musíme konstatovat, že KJK není citlivým nástrojem pro rozlišení osob s MCI od zdravé populace. Na výsledky může mít vliv i to, že KS nebyl definován příliš přísně a teoreticky se mohl překrývat se souborem MCI.

U osob s aMCI toto zjištění není překvapivé: KJK odráží zrakově-prostorové a exekutivní funkce, které obvykle nejsou dominantně postižené (v popředí je narušení epizodické paměti). Podobně je na tom také Test hodin [7]. U skupiny naMCI jsme ale předpokládali, že se kognitivní deficit na skóre či subskórech v KJK projeví výrazněji, neboť se jedná o pacienty s izolovaným či kombinovaným narušením zrakově-prostorových a exekutivních schopností. Velikost naší skupiny naMCI (n = 14) a pravděpodobně i etiologická různorodost však vedly k nepřesvědčivým výsledkům. Pro další výzkum by proto bylo vhodné skupinu rozšířit a zaměřit se na přísněji definované diagnostické skupiny.

KJK tedy není test, který by kvantitativně významně přispíval k diagnostice mírného kognitivního deficitu. Důležitější a přínosnější pro neuropsychologické vyšetření však může být kvalitativní analýza, kterou nelze redukovat na jednotlivé skóry. Jde např. o sledování postupu kresby, který umožní hodnocení plánování (v rámci exekutivních funkcí, podobně jako při kresbě Reyovy-Osterriethovy komplexní figury), dále také můžeme srovnat volnou kresbu s kopií, což opět umožňuje rozlišit mezi sebou oslabení zrakově-konstrukčních a exekutivních funkcí

proLékaře.cz | 2.11.2026

(podobně jako při kresbě hodin). Jinými možnostmi sledování kvalitativních prvků je, zda proband kreslí kolo standardně, nebo použije kreativní přístup (nakreslí velociped, případně pokud není v zadání předkreslené kolo, může nakreslit pohled zepředu, seshora apod.). Jako u všech testů lze také sledovat míru motivace a překonávání potíží, typy chyb a chování při testu.

Limity studie

Mezi limity této práce může patřit vymezení KS a skupiny MCI, které teoreticky mohly vést k překryvům, a tedy k falešně negativním výsledkům při srovnávání těchto skupin. Dalším omezením studie může být nižší počet osob v jednotlivých diagnostických skupinách, pro nynější účely však podle našeho názoru dostačuje. Do budoucna by mohlo být přínosné také doplnění souboru o mladší populaci. Diskutovat lze též formulaci položek skórování: pro účely této studie jsme je přeložili z anglických originálů. Zpětný překlad nebyl v této fázi prováděn. Myslíme si, že položky jsou natolik technicky přesné, že nedochází k posunutí významu. Položky rovněž nebyly předkládány probandům, jak to bývá u dotazníků.

Závěr

Celkově se KJK jeví nadějně jako doplňující test pro hodnocení zrakově-prostorových a exekutivních funkcí. Aktuální verze skórování ovšem nepřináší klinicky významné informace pro rozlišení mezi MCI a zdravými jedinci a slabší je také korelace některých položek s celkovým skórem. Při porovnání jednotlivých výsledků a s ohledem na klinickou zkušenost se nám jeví vhodnější skórovací systém Lezakové.

Seznam použitých zkratek

5TT – Pětitečkový test (Five-point Test)
AD – Alzheimerova nemoc (Alzheimer's Disease)
AUC – plocha pod křivkou (Area Under Curve)
CDT – Test hodin (Clock Drawing Test)
CS – celkový skór
FAB – Frontal Assessment Battery
FAQ – Dotazník funkčního stavu (Functional Activities Questionnaire)
HS – hrubý skór
ICC – koeficient vnitrotřídní korelace (Intraclass Correlation Coefficient)
KJK (KJK-L, KJK-G) – Kresba jízdního kola (skórování podle Lezakové, Greenberga)
KS – kontrolní soubor
MADRS – Škála Montgomeryho a Asbergové (Montgomery and Asberg Depression Rating Scale)
MCI (aMCI, naMCI) – mírná kognitivní porucha (amnestická, neamnestická forma)
MMSE – Mini-Mental State Examination
MoCA – Montrealský kognitivní test (Montreal Cognitive Assessment)
NPI – Neuropsychiatrický inventář (Neuropsychiatric Inventory)
PST – Pražský Stroopův test (Prague Stroop Test)
RBANS – Opakovatelná baterie pro hodnocení neuropsychologického stavu (Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status
ROC – Receiver Operating Characteristic
TMT – Test cesty (Trail Making Test)

Literatura

1. Piaget J. The child's conception of physical causality. London: Kegan Paul, Trench, Trubner 1930.
2. Lezak MD, Howieson DB, Bigler ED, et al. Neuropsychological assessment. 5th ed. New York: Oxford University Press 2012.
3. Blair M, Kertesz A, McMonagle P, et al. Quantitative and qualitative analyses of clock drawing in frontotemporal dementia and Alzheimer's disease. J Int Neuropsychol Soc 2006;12(2):159–65.
4. Tranel D, Rudrauf D, Vianna EP, et al. Does the clock drawing test have focal neuroanatomical correlates? Neuropsychology 2008;22(5):553–62. doi: 10.1037/0894-4105.22.5.553.
5. Rabin LA, Barr WB, Burton LA. Assessment practices of clinical neuropsychologists in the United States and Canada: a survey of INS, NAN, and APA division 40 members. Arch Clin Neuropsychol 2005;20(1):33–65.
6. Freedman M, Leach L, Kaplan E, et al. Clock drawing: a neuropsychological analysis. Oxford University Press 1994.
7. Rubinova E, Nikolai T, Markova H, et al. Clock Drawing Test and the diagnosis of amnestic mild cognitive impairment: can more detailed scoring systems do the work? J Clin Exp Neuropsychol 2014;36(10):1076–83. doi: 10.1080/13803395.2014.977233.
8. Štěpánková H, Bezdíček O, Nikolai T, et al. Zpráva o projektu Národní normativní studie kognitivních determinant zdravého stárnutí. E-psychologie 2015;9(1):43–6.
9. Bezdíček O, Michalec J, Nikolai T, et al. Validita Montrealského kognitivního testu pro detekci mírne kognitivní poruchy u Parkinsonovy nemoci. Cesk Slov Neurol N 2014;77/110(1):47–53.10. Petersen RC. Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. J Intern Med 2004;256(3):183–94.
11. Nikolai T, Bezdícek O, Vyhnálek M, et al. Mírná kognitivní porucha: diagnostická jednotka nebo stadium předcházející demenci? Cesk Slov Psychol 2012;56(4):374–90.
12. McKhann GM, Knopman DS, Chertkow H, et al. The diagnosis of dementia due to alzheimer's disease: recommendations from the national institute on aging-alzheimer's association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. Alzheimers Dement 2011;7(3):263–9. doi: 10.1016/j.jalz.2011.03.005.
13. Greenberg GD, Rodriguez NM, Sesta JJ. Revised scoring, reliability, and validity investigations of Piaget's bicycle drawing test. Assessment 1994;1(1):89–101.
14. Štěpánková H, Nikolai T, Lukavský J, et al. Mini-Mental State Examination – česká normativní studie. Cesk Slov Neurol N 2015;78/111(1):57–63.
15. Randolph C. Repeatable battery for the assessment of neuropsychological status (RBANS). San Antonio: Psychological Corporation 1998.
16. Dubois B, Slachevsky A, Litvan I, et al. The FAB a frontal assessment battery at bedside. Neurology 2000;55(11):1621–6.
17. Bezdicek O, Motak L, Axelrod BN, et al. Czech version of the Trail Making Test: normative data and clinical utility. Arch Clin Neuropsychol 2012;27(8):906–14. doi: 10.1093/arclin/acs084.
18. Kopeček M, Štěpánková H. Test-retest minutové slovní produkce v kategorii zvířata a kratších variant u seniorů. Psychiatrie 2009;13(2–3):61–5.
19. Nikolai T, Michalec J, Bezdíček O, et al. Normative Data on Verbal Fluency in Very Old Czech Adults. Cesk Slov Neurol 2015;78/111(3):292–9.
20. Johanidesová S, Bolceková E, Štepánková H, et al. Test neverbální fluence – five point test: normativní data pro dospělé. Cesk Slov Neurol N 2014;77/110(6):704–13.
21. Bezdicek O, Lukavsky J, Stepankova H, et al. The Prague Stroop Test: normative standards in older Czech adults and discriminative validity for mild cognitive impairment in Parkinson's disease. J Clin Exp Neuropsychol 2015;37(8):794–807. doi: 10.1080/13803395.2015.1057106.
22. Montgomery SA, Asberg M. A new depression scale designed to be sensitive to change. Br J Psychiatry 1979;134(4):382–9.
23. Cummings JL, Mega M, Gray K, et al. The neuropsychiatric inventory comprehensive assessment of psychopathology in dementia. Neurology 1994;44(12):2308–14.
24. Bezdíček O, Lukavský J, Preiss M. Validizační studie české verze dotazníku FAQ. Cesk Slov Neurol N 2011;74/107(1):29–35.
25. R core team. R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria 2014. [online]. Available from URL: www.R-project.org.
26. Diederich C, Merten T. Fahrrad-zeichen-tests und ihr einsatz in der neuropsychologischen diagnostik. Zeitschrift für Neuropsychologie 2009;20:304.
27. Schmitt AL, Livingston RB, Galusha JM, et al. Correlation between the bicycle drawing task and neuropsychological variables in patients referred for a dementia evaluation. Percept Mot Skills 2009;109(3):721–30.
28. Hubley AM, Hamilton L. Using the bicycle drawing test with adults. Miami, Florida 2002.
29. Collaer ML, Nelson JD. Large visuospatial sex difference in line judgment: possible role of attentional factors. Brain Cog 2002; 49(1): 1-12.
30. Weiss E, Siedentopf CM, Hofer A, et al. Sex differences in brain activation pattern during a visuospatial cognitive task: a functional magnetic resonance imaging study in healthy volunteers. Neuroscience Letters 2003;344(3):169–72.
31. Bolceková E, Čechová K, Marková H, et al. Criterion validity of the bicycle drawing test in patients with cognitive deficit. In: H. Štěpánková, R. Šlamberová, eds. Stárnutí 2014: Sborník příspěvků z Gerontologické mezioborové konference 3. LF UK v Praze, 24.–25. října 2014 (pp. 10–18). Praha: 3. LF UK v Praze. [online]. Dostupné z URL: http://www.konferencestarnuti.cz/files/Starnuti_2014_sbornik.pdf.