

痉挛型脑性瘫痪儿童视觉运动整合障碍的特征研究*

姬卫华¹ 高宏华¹ 王娟¹ 宝竹仙¹ 唐欣^{2,3}

摘要

目的:视觉运动整合能力是儿童功能发育的重要指标之一。本研究对痉挛型脑瘫(spastic cerebral palsy, SCP)儿童的视觉运动整合(visual motor integration, VMI)能力进行调查,并分析与视知觉(visual perception, VP)、运动协调性(motor coordination, MC)的相关性,为康复治疗提供参考。

方法:选取在云南省残疾人康复中心就诊的36例SCP儿童纳入研究,由2名治疗师分别对儿童进行Berry VMI测试(共有3个分测验),将原始分均值转换成标准分后与常模进行对比,选取3个分测验的标准分以分析SCP儿童发育水平,并对比性别和年龄组的差异,最后分析3个分测验标准分间的相关性。

结果:与常模相比,SCP儿童3个分测验的标准分均显著落后,差异具有显著性意义($P<0.001$)。SCP中男童与女童的3个分测验的标准分差异无显著性意义。与学龄前期SCP儿童相比,学龄期患儿视觉运动整合和运动协调性分测验的原始分显著增加,视知觉差异无显著性意义。学龄期SCP儿童3个分测验的标准分与学龄前期相比是显著下降的($P<0.05$)。VMI与MC和VP的相关性均显示强正相关($r_s=0.749, r=0.768$)。

结论:SCP儿童的视觉运动整合能力与常模对照相比是显著落后的,但仍然随着年龄的增长而增强,VMI与视知觉和运动协调性都具有相关性。

关键词 脑性瘫痪;视觉运动整合;视知觉

中图分类号:R742.3,R722 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-08-1073-006

Characteristics of visual motor integration ability in children with spastic cerebral palsy/JI Weihua, GAO Honghua, WANG Juan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023, 38(8):1073—1078

Abstract

Objective: The ability of visual motor integration (VMI) is one of the important indicators of children development. The aim of our research is to investigate the VMI in children with spastic cerebral palsy (SCP) and the relationship with visual perception (VP) and motor coordination (MC).

Method: Thirty-six children with SCP were recruited from Yunnan rehabilitation center where they received rehabilitation treatment. The Berry VMI which includes 3 subtests were performed by two experienced therapists. The raw scores were converted into the standard scores, which were used to compare children with SCP to those without SCP. Then the children were divided into two groups based on gender and age, and the differences in three subtests were compared. The relationship between VMI, MC and VP also be investigated.

Result: The average score of the three SCP subtests was significantly lower than the published norm criteria ($P<0.001$). There were no significant differences in each standard scores of the three subtests between boys and girls. The raw scores of VMI and MC in school-age children were significantly higher than those in pre-school children. However, there was no difference in VP raw scores between the two groups. Standard scores on three subtests were significantly lower in school-age children than in preschool children ($P<0.05$). Both VMI and MC, and VMI and VP had highly significant positive correlations ($r_s=0.749$ and $r=0.768$, respectively).

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.08.008

*基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC2001604)

1 云南省残疾人康复中心,云南省昆明市,650024; 2 昆明医科大学康复学院; 3 通讯作者

第一作者简介:姬卫华,男,主任医师; 收稿日期:2022-02-19

Conclusion: The VMI ability of children with SCP is significantly lower when compared with the published norm criterion. However, the raw scores showed increase with the age. The VMI was found to be significantly related to the VP and MC.

Author's address Yunnan Province Rehabilitation Center for the Disabled, Kunming, Yunnan, 650024

Key word cerebral palsy; visual motor integration; visual perception

视觉运动整合(visual motor integration, VMI)是指个体能够整合视觉感知和精细运动之间的协调能力,在处理视觉信息后能够及时通过上肢和手部的精细活动给予回应,进而顺利完成与日常生活、学习和娱乐有关的活动^[1]。VMI是感觉反应整合中发育最早的,同时也是测量儿童整体发育功能水平的指标之一^[2]。

围产期异常和一些疾病因素会影响儿童视觉运动整合能力的发展。注意力缺陷多动障碍(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)、孤独症谱系障碍(autism spectrum disorders, ASD)、暴露于酒精的胎儿出生后至学龄期的VMI能力落后于正常对照组儿童^[3-4]。早产和低体重新生儿即使实现追赶性生长,在体格发育和神经相关的行为检查均正常的情况下,到学龄期甚至成年时期视觉运动整合能力仍然可能与正常胎龄和体重出生儿有显著性差异^[5-6]。痉挛型脑性瘫痪(spastic cerebral palsy, SCP)是婴幼儿时期严重影响发育的神经系统疾病之一,中枢性运动障碍和姿势异常是其核心障碍,但与运动能力相关的VMI表现的报道相对缺乏。视觉运动整合、视知觉与运动协调性是三个独立的能力,儿童有与年龄相匹配的视知觉或/和运动协调能力,但仍可能表现出整合的问题^[1]。除了运动障碍,SCP儿童弱视、斜视等比例较高,往往存在感知觉功能障碍^[7],因此探索运动协调性和视知觉发展表现及它们与VMI的相关性也为理解SCP的整体功能提供了参考信息。另外,不同文化背景下的研究均发现VMI表现随着年龄的增长而增长,大多数研究显示女童高于男童,但仍有少部分研究得出相反结论^[8]。那么SCP儿童VMI的发展趋势与正常儿童是否一致,是否也受年龄和性别的影响还不得而知。综上,我们使用Beery-Buktenica视觉运动整合发育测试(Beery-Buktenica developmental test of visual-motor integration, Berry VMI)对SCP儿童视觉运动整合障碍的特征进行了调查分析,以

阐明SCP儿童视觉运动整合能力的发展趋势,解释VMI发展的相关性因素,为完善其整体评估和针对性的康复治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究资料

1.1.1 研究对象:选取2021年4—2021年12月在云南省残疾人康复中心就诊的痉挛型脑瘫儿童36例(男20例,女16例;3—5岁11个月的学龄前期和6—11岁11个月的学龄期儿童各18例)。

纳入标准:①符合中国脑性瘫痪康复指南(2015):第一部分中痉挛型脑瘫双瘫的诊断标准;②年龄3—12岁;③粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS),手功能分级系统(manual ability classification system, MACS),沟通功能分级系统(communication function classification system, CFCS)均为Ⅰ—Ⅲ级;④家长或监护人同意参与此次调查并签署知情同意书。**排除标准:**①严重的认知障碍无法配合测试;②严重的关节挛缩或畸形无法完成测试;③严重的眼底疾病、斜视、弱视、视力障碍等无法完成测试。

1.1.2 使用Berry VMI美国常模标准作为对照组:Berry VMI在不同国家和语言文化中被广泛应用于临床和科研。国内暂无Berry VMI常模数据报道,因此本研究采用其发表的美国常模标准用以对照。

1.2 评估工具

Beery VMI(完整版, full form)是适用于2—100岁人群的标准化的评估量表,广泛应用于正常儿童、智力发育障碍儿童、高危儿童等人群的视觉运动能力评估,具有良好的信度和效度^[9-10]。本研究使用的完整版测试(第6版)包含3个分测验,分别是VMI,视知觉测试(visual perception, VP)和运动协调性测试(motor coordination, MC)。测试图册由30个难度递增的几何图形构成,3个分测验的测试结果均为原始分,根据其操作指南可将原始分值转换

成标准分、百分位数和发育年龄,用以判断受试者的发育水平。根据操作指南的说明,原始分是根据每个评估项目的评分标准所得到的量表总分,反映了儿童在测试中的正确率,分数越高,代表该儿童在评估中表现越好。标准分由原始分转换而来,是对评估结果的定性描述,反映了儿童在同龄人群中的表现。其中,标准分129—120为优秀,119—110是高于平均,109—90为平均水平,89以下为低于平均水平。

1.3 测试方法

被试儿童由监护人在旁陪伴,舒适地坐在桌前,眼睛能够清晰看到测试材料。治疗师与被试儿童相对而坐,位于儿童的正前方。测试开始后,治疗师向家长采集被试儿童信息并记录,向被试儿童解释操作方法,并评估其握笔涂鸦能力。之后由治疗师发出指令,开始正式测试。测试过程中严格按照VMI操作手册上的步骤和指令执行。一次测试时间约15—20min,由具有测试资质和经验的两位治疗师分别对每位受试儿童完成测试。测试后取两位治疗师打分的均值作为原始分,对照操作指南将原始分转换得到标准分,并记录在电脑上备份用作后续分析。

1.4 统计学分析

采用SPSS 25.0软件进行分析,计量资料采用Shapiro-Wilk正态性检验,符合正态分布的采用独立样本 t 检验,分析结果以均数 $\pm$ 标准差表示。偏态分布数据采用Wilcoxon检验,分析结果以中位数(P25,P75)表示。呈正态分布的两连续性计量数据之间相关性分析采用双变量Pearson检验,至少一个变量为偏态分布采用Spearman检验, $P<0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果

2.1 SCP儿童与美国常模3个分测验标准分的比较

SCP儿童3个分测验得分均低于常模标准分,其中VMI评分与常模标准分差异有显著性意义($t=6.73$, $P<0.001$),VP标准分常模标准分差异有显著性意义($t=4.44$, $P<0.001$)。SCP儿童MC标准分常模标准分差异有显著性意义($z=6.93$, $P<0.001$),见表1。

2.2 SCP男童与女童的三个分测验标准分

2.2.1 男童与女童的基线比较:男童与女童的年龄、

父母教育程度、家庭月收入、主要照顾者、治疗时间的差异无显著性意义(P 值均 >0.05),见表2。

2.2.2 SCP男童与女童三个分测验标准分的对比结果:男童与女童两组VMI标准分差异无显著性意义($t=0.17$, $P=0.859$)。男童与女童VP标准分差异无显著性意义($t=0.42$, $P=0.671$)。男童与女童MC标准分中位数两组评分差异无显著性意义($z=0.117$, $P=0.908$),见表3。

2.3 学龄前期与学龄期SCP的分测验

2.3.1 学龄前期与学龄期SCP的分测验原始分对比结果:学龄期三个分测验原始分均高于学龄前期。其中,学龄前期与学龄期VMI均值两组差异有显著性意义($t=3.56$, $P=0.001$);学龄前期与学龄期MC均值两组差异有显著性意义($t=2.15$, $P<0.05$);学龄前期与学龄期VP均值两组差异无显著性意义($t=1.99$, $P=0.054$),见表4。

2.3.2 学龄前期与学龄期SCP儿童的分测验标准

表1 SCP儿童与美国常模中三个分测验标准分的比较

分测验	SCP儿童 ($\bar{x}\pm s$)	美国常模 ($\bar{x}\pm s$)	P 值
VMI	78.61 $\pm$ 19.06	100 $\pm$ 15.00	<0.001
VP	84.89 $\pm$ 20.40	100 $\pm$ 15.00	<0.001
MC	74.5(51.5, 93.5)	100 $\pm$ 15.00	<0.001

表2 SCP男童与女童基线比较

项目	男($n=20$)	女($n=16$)	Z 值	P 值
年龄($\bar{x}\pm s$,月)	81.65 $\pm$ 29.79	74.25 $\pm$ 29.48	0.685	0.493
父母教育程度			0.825	0.409
高	2(10)	2(12.5)		
中	13(65)	12(75)		
低	5(25)	2(12.5)		
家庭月收入(元)			0.184	0.854
<2000	6(30)	4(25)		
2000—4000	7(35)	6(37.5)		
4000—6000	5(25)	5(31.3)		
6000以上	2(10)	1(6.2)		
主要照顾者			1.578	0.114
父母	18(90)	11(68.7)		
祖辈	2(10)	5(31.2)		
治疗时间			0.798	0.425
0—3个月	15(75)	6(37.5)		
3个月以上	5(25)	10(62.5)		

表3 SCP男童与女童三个分测验的标准分 ($\bar{x}\pm s$)

分测验	男($n=20$)	女($n=16$)	P 值
VMI	77.80 $\pm$ 18.04	79.00 $\pm$ 20.68	0.859
VP	86.13 $\pm$ 21.24	83.10 $\pm$ 20.34	0.671
MC	74.5(50.25, 93.5)	78(53.00, 94.00)	0.908

分对比结果:学龄前期三个分测验的标准分均高于学龄期,均具有显著性差异。其中,学龄前期与学龄期 VMI 标准分两组有显著性差异($t=3.20$, $P=0.003$);学龄前期与学龄期 VP 标准分两组有显著性差异($t=2.98$, $P=0.003$);学龄前期与学龄期 MC 标准分中位数两组有显著性差异($t=3.20$, $P=0.003$),见表5。

2.4 SCP 儿童 VMI, VP 和 MC 各指标的相关性分析
VMI 标准分与 VP 标准分呈强正相关($r=0.768$, $0.6<r<0.8$), $P<0.001$ 。VMI 标准分与 MC 标准分呈强正相关性($r_s=0.749$, $0.6<r<0.8$), $P<0.001$ 。

表4 学龄前与学龄期SCP儿童三个分测验原始分对比
($\bar{x}\pm s$)

分测验	学龄前(n=18)	学龄期(n=18)	P值
VMI	9.22±2.39	14.11±5.31	0.001
VP	12.72±3.77	15.94±5.71	0.054
MC	9.39±4.39	12.72±4.88	0.039

表5 学龄前与学龄期SCP儿童三个分测验标准分对比
($\bar{x}\pm s$)

分测验	学龄前	学龄期	P值
VMI	87.67±9.41	69.56±22.04	0.003
VP	94.06±15.91	75.72±20.62	0.005
MC	86.50(71.50, 94.25)	56.00(47.00, 85.00)	0.008

3 讨论

视觉运动整合是儿童发育的重要指标,在多种影响儿童发育的疾病中都显示出落后的表现。我们的研究主要探讨 SCP 儿童的 VMI 发展表现及相关性因素。

本研究与已发表的美国常模对比显示,SCP 儿童在3个领域的发展均出现低于平均水平的表现。我国国内儿童视觉运动整合能力的常模目前暂无数据,但上海、宁波和南京对正常儿童的调查结果显示,我国学龄前期与学龄期儿童的发展均高于美国常模标准,尤其是学龄前期儿童^[11-12]。这可能与我国学龄前期儿童在幼儿园时已经开始学习绘画、舞蹈等活动有关。因此 SCP 儿童视觉运动整合能力相对于国内正常儿童可能更为落后。三个分测验中,MC 的分数最低,这可能与其核心症状,中枢性的运动和姿势控制障碍是相关的。VP 的分测验分数相对较高,可能是由于在该测试只需要儿童用手

指出正确答案,最小化了动作的影响。

上海、宁波、加拿大、印度等地针对学龄前期和学龄期正常儿童的调查结果显示视觉运动整合能力有明显的性别间差异,女孩标准分高于男孩^[11,13]。但南京正常儿童调查结果显示并无性别差异^[12],但与儿童学习舞蹈、乐器以及父母文化水平存在一定相关性。这些研究结果的差异可能与每个研究控制的混杂因素不一致有关。我们的结果显示在控制了父母教育程度、家庭月收入、主要照顾者和介入康复干预的时间等可能影响因素后,男童与女童三个分测验的结果均没有差异。ASD 人群使用视知觉技能测试(test of visual perception skills)结果显示男孩与女孩的视知觉表现差异无显著性意义^[4]。这与大多数正常儿童的结果是不一致的,这个结果一方面提示脑瘫、ASD 等脑损伤类疾病可能对视觉运动整合能力的影响不存在性别差异。另一方面在后续研究中需要进一步探索粗大运动功能分级、手功能分级以及其他功能性活动表现的影响因素,并且积极收集与 SCP 发育相关的环境和个人因素以深入分析可能的影响因素。

目前的研究结果显示正常儿童的视觉运动整合能力是随着年龄增长而增长的^[11,14-15],我们的研究结果发现 SCP 儿童中也是同样的发展趋势。本研究结果显示 VMI 和 MC 的原始分值均随着年龄增长而增加,这表示就其自身的发展趋势而言与正常儿童是一致的,但存在着程度上的落后。两个年龄组视知觉的差异虽然无显著性意义,但仍然存在数值上的差异,并且两组的视知觉原始分值在三个领域中也是最高的,提示 SCP 儿童视知觉能力发展是优于其他两个领域的,并且在早期就已经显示出这个优势。标准分的内涵与原始分不同,它代表了受试人群在整体人群中的位置和排名,其对应的分值在 Berry VMI 中也可以转换为定性的描述,即 129—120 为优秀,119—110 是高于平均,109—90 为平均水平,89 以下为低于平均水平。从这个角度看,我们的研究结果显示,虽然三个分测试的原始分随着年龄增加,但在整个同龄人群中的位置和排名却是随着年龄下降的,意味着 SCP 儿童的发展速度是落后于正常儿童的。

一项纳入 193 例正常儿童的研究发现,VMI,VP

和MC分测验的标准分均显示中等正相关到强正相关性^[1]。这与我们的研究结果是一致的,本研究双变量相关性分析结果显示,SCP儿童三个分测验的标准分之间均呈强正相关性。VMI与MC标准分呈强正相关性,这个结果在以运动障碍为核心症状的脑瘫儿童人群中是容易接受的,意味着SCP儿童的运动协调性能力与视觉运动整合能力之间的关联性是我们设计康复训练方案的关键参考因素之一。但该研究进一步分析发现,其中35例儿童的VMI分测验得分低于1个标准差^[1],被定义为视觉运动整合能力发展相对落后。在这35例儿童中,有20%的儿童(7例)只在VP测试中是相对落后的,14.3%(5例)儿童只在MC分测验中结果相对落后,17.1%(17例)儿童的VP和MC结果均为相对落后,然而其余48.6%(17例)儿童的VP和MC结果均为正常。这也就意味着在正常儿童调查中,VP和MC的单个和两个结果相对落后均无法解释所有的视觉运动整合能力落后。这个结果也提醒我们,无明确相关疾病病史的正常儿童视觉运动整合能力落后的影响因素可能只与视知觉相关,也可能只与运动协调性相关,但也可能与两者都无关,需要进一步探索其影响因素以做出合理的临床判断。本研究中由于SCP儿童的分数均严重落后,无法进一步按落后程度分级,因此未能进行类似分析。而对于SCP人群来说,虽然运动协调性与视觉运动整合能力存在强正相关性,加上明显的运动障碍,会使得临床治疗导向偏重于改善运动。但是本研究中显示视知觉与视觉运动整合间的强正相关性提醒视知觉也是影响VMI的因素,意味着在改善视觉运动整合障碍的临床干预方案中也需要考虑视知觉的影响。另外,研究显示脑瘫儿童的视知觉与数学能力^[16]、日常生活活动能力均存在相关性,由此可以看出视知觉的重要性^[17]。

综上所述,SCP儿童视觉运动整合能力、视知觉和运动协调性与美国常模相比均呈落后表现。SCP人群中这三个分测验标准分对比无性别差异,但VMI和MC领域的原始分和标准分是随着年龄的增长而增长的。然而随着年龄的增长,在同龄人群中的排名也越靠后。视知觉的发展与VMI和MC相比是优势领域,并且早期发展优势突出。视觉运动整合能力与视知觉、运动协调性均存在强正相关,提示

在临床治疗类似障碍时不仅只关注运动方面的问题。影响SCP视觉运动整合能力的因素众多,本研究下一步将纳入本地区的同龄对照组儿童,以期在控制外部文化和地理环境的影响因素后深入分析脑瘫儿童视觉运动整合障碍的影响因素。脑瘫儿童依据运动障碍表现特征而有不同的分型,严重程度不一,伴随障碍的种类和严重程度也存在差异,本研究仅局限于痉挛型双瘫,后续尚需增加样本量和不同类型以待进一步研究。视觉运动整合能力障碍是脑瘫儿童常见的障碍表现,也是临床干预的重要组成部分,在后续研究中可以进一步观察视知觉与运动协调性的并行训练对视觉运动整合能力的改善作用。

参考文献

- [1] Kulp MT, Sortor JM. Clinical value of the Beery visual-motor integration supplemental tests of visual perception and motor coordination[J]. *Optom Vis Sci*, 2003, 80(4): 312—315.
- [2] 兰莉. 视觉-运动整合的研究进展[J]. *中国儿童保健杂志*, 1999, 7(4): 263—264.
- [3] Carames CN, Irwin LN, Kofler MJ. Is there a relation between visual motor integration and academic achievement in school- aged children with and without ADHD?[J]. *Child Neuropsychol*, 2022,28(2):224—243.
- [4] Wang YP, Huang CL, Tsai HY. Sensory integration and perceptual-motor profiles in school-aged children with autistic spectrum disorder[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2020, 6(16):1661—1673.
- [5] Pétursdóttir D, Holmström G, Larsson E, et al. Visual-motor functions are affected in young adults who were born premature and screened for retinopathy of prematurity[J]. *Acta Paediatr*, 2021,110(1):127—133.
- [6] Geldof CJ, van Wassenae AG, de Kieviet JF, et al. Visual perception and visual-motor integration in very preterm and/or very low birth weight children: a meta-analysis[J]. *Res Dev Disabil*, 2012,33(2):726—736.
- [7] Novak I, Morgan C, Adde L, et al. Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment[J]. *JAMA Pediatr*, 2017, 171(9): 897—907.
- [8] Carsone B, Green K, Torrence W, et al. Systematic review of visual motor integration in children with developmental disabilities[J]. *Occup Ther Int*, 2021,2021:1801196.
- [9] Beery KE. Administration, scoring, and teaching manual for the beery-buktenica developmental test of visual-motor in-

- tegration with supplemental developmental tests of visual perception and motor coordination[M]. New Jersey: Modern Curriculum Press, 1997.
- [10] Harvey EM, Leonardgreen TK, Mohan KM, et al. Interrater and test-retest reliability of the beery visual-motor integration in school children[J]. *Optom Vis Sci*, 2017, 94(5): 595—605.
- [11] Yu Cui, Ying Zhu, Hannu Laukkanen OD. Evaluation of visual-motor integration skills in preschool and elementary school-aged Chinese children[J]. *Journal of Behavioral Optometry*, 2012, 23(5—6):123—127.
- [12] 徐蓁, 区嘉欣, 张青宇, 等. 南京市学龄前儿童视觉运动整合发育测验评估及相关因素分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2019, 27(4):3.
- [13] Coallier M, Rouleau N, Bara F, et al. Visual-motor skills performance on the beery-VMI: a study of Canadian kindergarten children[J/OL]. *Open Journal of Occupational Therapy*, 2014, 2(2).DOI:10.15453/2168-6408.1074
- [14] Fang Y, Wang J, Zhang Y, et al. The relationship of motor coordination, visual perception, and executive function to the development of 4-6-year-old Chinese preschoolers' visual motor integration skills[J]. *Bio Med Research International Vol*, 2017, 2017: 6264254.
- [15] Ng M, Chui M, Lin L, et al. Performance of the visual-motor integration of preschool Children in Hong Kong[J]. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, 2015, 25(C):7—14.
- [16] Critten Valerie, Campbell E, Farran E, et al. Visual perception, visual-spatial cognition and mathematics: associations and predictions in children with cerebral palsy[J]. *Research in Developmental Disabilities*, 2018(80):180—191.
- [17] James S, Ziviani J, Ware RS, et al. Relationships between activities of daily living, upper limb function, and visual perception in children and adolescents with unilateral cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2015, 57(9): 852—857.

(上接第1065页)

- apeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2014, 50(1): 111—121.
- [9] 靳梦蝶, 周璇, 李欣, 等. 特定运动疗法对特发性脊柱侧弯的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2022, 28(7):841—847.
- [10] Hiyaama A, Sakai D, Watanabe M, et al. Sagittal alignment of the cervical spine in adolescent idiopathic scoliosis: a comparative study of 42 adolescents with idiopathic scoliosis and 24 normal adolescents[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(10):3226—3233.
- [11] Hilibrand AS, Tannenbaum DA, Graziano GP, et al. The sagittal alignment of the cervical spine in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *J Pediatr Orthop*, 1995, 15(5): 627—632.
- [12] Cruickshank JL, Koike M, Dickson RA. Curve patterns in idiopathic scoliosis. A clinical and radiographic study[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1989, 71(2):259—263.
- [13] Norheim EP, Carreon LY, Sucato DJ, et al. Cervical spine compensation in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Spine Deform*, 2015, 3(4):327—331.
- [14] Lee HJ, Jeon DG, Park JH. Correlation between kinematic sagittal parameters of the cervical lordosis or head posture and disc degeneration in patients with posterior neck pain[J]. *Open Med (Wars)*, 2021, 16(1):161—168.
- [15] Pinter ZW, Salmons HI 4th, Townsley SE, et al. Improved sagittal alignment is associated with early postoperative neck disability and pain-related patient-reported outcomes following posterior cervical decompression and fusion for myelopathy[J]. *World Neurosurg*, 2022, 161: e654—e663.
- [16] 赵月华, 王鹤玮, 谢臻, 等. 门诊颈椎患者的康复治疗认知程度及居家康复需求分析[J]. *中国医刊*, 2022, 57(12): 1382—1385.
- [17] 赵钟. 颈椎牵引联合颈部康复操训练治疗颈椎患者的临床效果[J]. *医疗装备*, 2022, 35(10):66—68.
- [18] 王如霞. 颈椎牵引联合颈部康复操训练在颈椎病患者康复治疗中的临床应用[J]. *保健医学研究与实践*, 2021, 18(S1): 268—270.
- [19] 陈楠, 王熙, 伍颢, 等. 特发性脊柱侧弯青少年的脊柱本体感觉与功能性动作特征[J]. *医用生物力学*, 2021, 36(S1): 161.
- [20] McLain RF. Mechanoreceptor endings in human cervical facet joints[J]. *Iowa Orthop J*, 1993, 13:149—154.
- [21] 庄乾宇. 青少年特发性脊柱侧凸的病因学研究现状和进展[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2021, 14(5):337—343.
- [22] 林国文. 特发性脊柱侧凸椎旁肌病理研究进展[J]. *河南中医学院学报*, 2005, 20(3):84—85.
- [23] 田安思. 人体站立时骨盆形态计量的研究概况[J]. *卫生职业教育*, 2004, 22(8):125—127.