

复合感觉测试在慢性腰痛人群中的信度研究*

汪娟¹ 陈昌成¹ 彭梦思¹ 吴豹¹ 赵彦巧¹ 王一祖¹ 王雪强^{1,2}

摘要

目的:评估两点辨别测试(TPD)、点对点测试(PTP)和两点距离估算(TPE)三种测试在正常人和慢性腰痛人群(CLBP)中的重测信度和测试者间信度。

方法:筛选30例正常人和30例CLBP患者,由两名物理治疗师分别对60例受试者进行TPD、PTP和TPE三种测试评估,测试者间测试间隔时间为10min,其中一人在24h后重复上述测试,通过组内相关系数(ICC)评估重测信度和测试者间信度。

结果:正常组中,TPD、PTP和TPE三种测试左右两侧的重测信度(ICC:0.78—0.90)和测试者间信度(ICC:0.75—0.87)均良好。腰痛组中,TPD、PTP和TPE三种测试疼痛侧与非疼痛侧的重测信度(ICC:0.75—0.90)良好,测试者间信度(ICC:0.72—0.87)中等到良好。

结论:三种评估方法在正常人和慢性腰痛人群中的信度可靠,足以在未来评估两种人群的触觉敏锐度。

关键词 两点辨别测试;点对点测试;两点距离估算;重测信度;测试者间信度

中图分类号:R441.1,R681.5,R49 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2021)-02-0155-06

Reliability of sensory test in individuals with chronic low back pain/WANG Juan, CHEN Changcheng, PENG Mengsi, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2021, 36(2): 155—160

Abstract

Objective:To assess the intra- and inter-tester reliability of two-point discrimination (TPD), point-to-point test (PTP) and two-point estimation (TPE) in healthy subjects and subjects with chronic low back pain (CLBP) respectively.

Method:Thirty healthy people and 30 patients were recruited with CLBP and divided into a healthy group and a CLBP group, equally. Subjects were assessed by two testers within the same day (10 min interval), and one of the testers repeated the assessment program 24 h later. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to assess the reliability.

Result:In the healthy group, the intra-tester reliability of three measurements on both sides of L5 was good (ICC: 0.78—0.90), while the inter-tester reliability of three measurements on both sides of L5 was good (ICC: 0.75—0.87). In the CLBP group, the intra-tester reliability of three measurements on the pain and non-pain sides was good (ICC: 0.75—0.90), while the inter-tester reliability of three measurements on the pain and non-pain sides was moderate to good (ICC: 0.72—0.87).

Conclusion:The reliability of the three assessment methods in healthy people and patients with CLBP is reliable enough to assess the tactile acuity of both groups in the future.

Author's address Sports Medicine Rehabilitation Center, Shanghai University of Sport, Shanghai, 200438

Key word two-point discrimination; point-to-point test; two-point estimation; intra-tester reliability; inter-tester reliability

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.02.005

*基金项目:教育部霍英东教育基金会资助项目(161092);上海市卫生和计划生育委员会临床专项资助项目(201840346);上海市人类运动能力开发与保障重点实验室资助项目(11DZ2261100);上海市教育发展基金会和上海市教育委员会曙光计划资助项目(18SG48);上海市科学技术委员会科学技术研究计划(19080503100)

1 上海体育学院运动医学康复中心,上海市,200438; 2 通讯作者

第一作者简介:汪娟,女,硕士研究生; 收稿日期:2019-07-05

研究表明,慢性腰痛(chronic low back pain, CLBP)可导致患者初级和次级躯体感觉皮层重组^[1-2],包括背部皮层移位^[3],灰质^[4]和白质^[5]体积减小。这些皮质的改变造成了相应临床症状的发生,如触觉敏锐度减退。在临床评估和治疗中,可靠有效的测量皮质重组或触觉敏锐度至关重要。脑电和功能磁共振成像是测量皮质重组的黄金标准^[6],但两种方法成本较高。因此,在临床上开发了一些价格低廉、操作简便的评价方法,主要有定量的两点鉴别测试(two-point discrimination, TPD)^[7]、点对点测试(point-to-point test, PTP)^[8]、两点距离估计(two-point estimation, TPE)^[9]和定性的身体图像绘制等评估方法^[10-12]。

身体图像绘制较主观,难以对数据进行定量分析,而 TPD,PTP 和 TPE 三种测试属于定量测试,能够对数据进行收集和分析处理。在定量测试中,TPD 用于测量皮肤上两个感知点之间的最小距离,PTP 用于测量皮肤上的定位点与患者感知点之间的距离,TPE 是将两个刺激点之间的实际距离与患者的估计距离进行了比较,三种测试方法各有特点且

操作时间和限制条件各不相同,本研究将观察这三种测试评估正常人群和腰痛人群第五腰椎(L5)左右两侧腰部复合感觉的重测信度和测试者间信度。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究于 2019 年 1—4 月选取 30 例健康人群(男性 13 例,女性 17 例,年龄 22—28 岁,平均年龄 23.60±2.33 岁)和 30 例慢性腰痛人群(男性 15 例,女性 15 例,年龄 20—29 岁,平均年龄 24.10±1.19 岁),分为健康组与腰痛组。

纳入标准,腰痛组:年龄 18—35 岁;腰痛≥3 个月;单侧腰痛,并且疼痛区域包括第五腰椎左侧或右侧;无肩、肘、腕等关节损伤,且活动度正常。正常组:无脊柱损伤史。排除标准:存在精神或认知障碍,无法理解和执行口头或书面表达。

两组受试者的年龄、身高、体重、身体质量指数(body mass index, BMI),腰围,性别,焦虑和抑郁情况见表 1。

1.2 评定方法

表 1 受试者基本信息 (x±s)

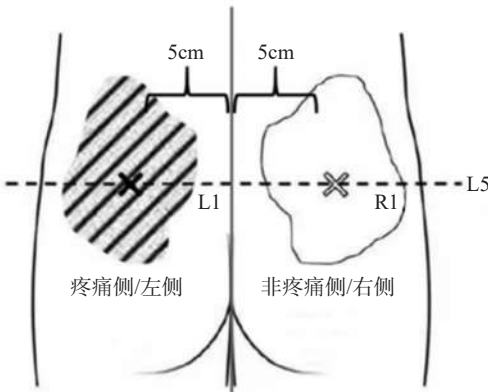
组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	BMI	腰围(cm)	焦虑自评量表(SAS)评分(分)	抑郁自评量表(SDS)评分(分)
		男	女							
腰痛组	30	15	15	23.60±2.33	169.67±8.52	64.55±9.89	22.36±2.68	75.10±5.36	44.27±9.88	44.63±11.39
正常组	30	13	17	24.10±1.19	165.63±7.80	61.94±10.72	22.47±2.77	77.90±8.91	45.13±7.22	45.93±7.38

两组均采用游标卡尺(Powerfix, digital caliper: Z22855)测量 L5 旁开 5cm 左侧和右侧的腰部复合感觉,主要包括两点辨别测试,点到点测试和两点距离估算三种测试。为了评估三种测试方法的重测信度,比较了同一名测试人员前后两次的测试结果(间隔 24h);通过对比两名测试人员同一天内(间隔 10min)的测试结果获得测试者间信度,重测与测试者间的测量间隔时间参考前人研究,分别设为 24h^[13]和 10min^[9]。具体测试方法操作如下:受试者舒适地俯卧于治疗床上,充分暴露下背部^[14-15],上肢自然垂直放于治疗床两侧,背部处于放松状态。根据以往研究的标准定位 L5 棘突^[16-17],用马克笔在 L5 冠状层面画水平轴,然后分别在距脊柱中线 5 厘米左侧和右侧分别画一标记点(见图 1),分别为左 1(left 1, L1)和右 1(right 1, R1),为避免多次测试刺激皮

肤使受试者感到麻木感而导致测试结果不准确,所有 TPD 测量值都采用整数值。

在脊柱两侧进行 TPD、PTP 和 TPE 测试,水平线

图 1 测试方法示意图



为L5脊柱水平线,垂直线为脊柱中线。在L5水平上距离记住中线5cm处分别取左右两点L1和R1。左右两侧的TPD测试分别从点L1和点R1开始在L5水平线上进行测量,左右两侧的PTP测试分别在L1和R1点上测量,左右两侧的TPE测试分别在L5水平线的左侧和右侧进行测量。

TPD测试参考先前的研究方法^[13,15,18]。首先,TPD以升序方式执行(TPD was carried out in an ascending manner, A-TPD),沿L5水平线将卡尺两个尖端水平放置在预先标记的线上,按压力度为皮肤颜色变白^[19],操作时确保两个刺激点同时到达皮肤。卡尺两尖端间的距离起始为20mm,而后以5mm的增量逐渐加宽,直到受试者口头报告感觉到两点而不是一点,记录下此时的数值作为TPD识别的结果。该操作程序中1mm的增量被发现是非常耗时的,且太多的刺激很容易使受试者皮肤麻木,因此先以5mm增量确定大致测试结果范围,再变换为1mm增量确定具体测试结果数值。此外,0到20mm之间的范围此前已有研究反复验证为一个点且在本研究中进行验证^[13]。然后,按照同样的方法执行降序(TPD was executed in a descending manner, D-TPD),逐渐减少两点间距离,直至受试者感觉到是一个点而非两个点。上述操作分别重复三次后取平均值。

PTP测试参考Adamczyk学者的研究^[8],测试者分别轻触其中一个点(“1R”或“1L”)。受试者被要求用马克笔标出刺激点,接着用卡尺测量轻触点与标记点之间的距离。以上测试重复3次后取平均值作为PTP评分。

在TPE测试中,我们使用了两个卡尺,分别由测试者和受试者各操作一个。测试者沿着L5水平线施加触觉刺激,直至皮肤因按压而变白,卡尺两尖端间的水平间隔为120mm。受试者被嘱咐手拿卡尺反面操作,屏蔽卡尺背面的刻度和显示屏,通过移动游标估算所感知的两点间距离。以上测试重复三次测量并计算平均值。选择120mm距离的原因如下:在先前研究中,腰椎区域的最高平均TPD阈值为76.83mm^[20],最高标准差(standard deviation, SD)为21.64mm^[15]。考虑到95%的样本分布在-2SD和2SD之间,我们最终选择了120mm。较低的TPD或

PTP或TPE值显示出更好的触觉敏锐度。

1.3 统计学分析

采用Excel 2013和SPSS 20.0录入和分析数据,基本信息采用均数±标准差表示,重测信度和测试者间信度采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)分析,信度评估采用如下标准^[9]:>0.90为非常好;0.75—0.90为良好;0.50—0.75为中等;<0.50为较差。采用标准测量误差(standard error of measurement, SEM)对测量方法的重测信度和测试者间信度的准确性进行评估:

$$SEM = SD \times \sqrt{1 - ICC}$$

2 结果

腰痛组的D-TPD, A-TPD, PTP和TPE测试在疼痛侧和非疼痛侧的重测信度良好(ICC范围:0.75—0.90),测试者间信度为中等到良好(ICC范围:0.72—0.87);腰痛组的D-TPD, A-TPD, PTP和TPE四种测试在疼痛侧和非疼痛侧的重测和测试者间信度的ICC范围分别为0.72—0.78, 0.75—0.82, 0.82—0.87和0.85—0.90。见表2。正常组的D-TPD, A-TPD, PTP和TPE测试在左侧和右侧的重测信度良好(ICC范围:0.78—0.90),测试者间信度良好(ICC范围:0.75—0.87);正常组的D-TPD, A-TPD, PTP和TPE四种测试左侧和右侧的重测和测试者间信度的ICC范围分别为0.76—0.82, 0.75—0.82, 0.79—0.85和0.85—0.90。见表3。

3 讨论

随着世界人口增长和老龄化趋势的进一步发展,腰痛成为主要健康问题^[21—24],同样也是导致皮肤触觉敏锐度减退的主要原因之一。^[25—27]本研究评估TPD、PTP和TPE三种测试方法测试正常人群和CLBP人群腰部复合感觉的重测信度和测试者间信度,结果表明三种测试方法在两种人群中的重测信度良好,在腰痛组测试者间信度中等到良好,在正常组测试者间信度良好。腰痛组L5水平疼痛侧的触觉敏锐度阈值高于非疼痛侧和正常组。前人研究表明,CLBP患者在全身知觉^[28—29],身体一定部位^[11]和特定区域^[30]中存在所谓的“收缩-扩张”现象。Moseley^[10]发现6例CLBP患者中5例无法画出躯干轮廓,

表2 腰痛组3次测试结果信度研究

信度及 测量方法	疼痛侧					非疼痛侧				
	ICC(95%CI)	平均数(mm) ^a	平均数差异 ^b	SD	SEM	ICC(95%CI)	平均数(mm) ^a	平均数差异 ^b	SD	SEM
重测信度										
D-TPD	0.75(0.46—0.88)	61.10	0.67	11.12	5.64	0.78(0.54—0.90)	55.48	2.43	10.83	5.08
A-TPD	0.78(0.54—0.90)	58.82	1.5	10.38	5.17	0.82(0.62—0.92)	54.42	1.67	13.23	5.61
PTP	0.87(0.72—0.94)	31.62	2.05	9.30	3.57	0.85(0.68—0.93)	29.73	0.58	7.68	2.97
TPE	0.89(0.78—0.95)	46.68	4.02	18.81	6.14	0.90(0.78—0.95)	45.56	4.78	16.57	5.24
测试者间信度										
D-TPD	0.73(0.43—0.87)	62.62	3.7	11.27	5.86	0.72(0.41—0.87)	55.87	3.2	9.73	5.15
A-TPD	0.75(0.47—0.88)	59.62	3.1	11.03	5.52	0.77(0.52—0.89)	54.92	1	11.86	5.69
PTP	0.85(0.67—0.93)	33.28	5.38	9.89	3.83	0.82(0.62—0.91)	30.74	2.6	8.8	3.73
TPE	0.87(0.74—0.94)	49.02	4.68	18.50	6.67	0.85(0.68—0.93)	46.10	5.86	14.28	5.53

a:为两次测试结果的平均数。b:为第一次测试结果与第二测试结果差值的平均数。

表3 正常组3次测试结果信度研究

信度及 测量方法	左侧					右侧				
	ICC(95%CI)	平均数(mm) ^a	平均数差异 ^b	SD	SEM	ICC(95%CI)	平均数(mm) ^a	平均数差异 ^b	SD	SEM
重测信度										
D-TPD	0.80(0.58—0.91)	52.07	1.2	12.67	5.67	0.82(0.62—0.91)	51	2	8.42	3.57
A-TPD	0.82(0.62—0.91)	47.45	1.37	11.72	4.97	0.78(0.54—0.90)	50.32	3.3	8.97	4.21
PTP	0.84(0.67—0.92)	22.54	1.43	8.21	3.28	0.85(0.69—0.93)	23.49	1.93	8.66	3.35
TPE	0.88(0.76—0.95)	37.61	2.36	19.14	6.63	0.90(0.80—0.95)	39.17	4.90	17.68	5.59
测试者间信度										
D-TPD	0.77(0.53—0.89)	53.28	3.63	11.43	5.48	0.76(0.49—0.88)	53.48	6.97	8.02	3.93
A-TPD	0.76(0.50—0.89)	49.85	6.17	11.92	5.84	0.75(0.47—0.88)	50.83	4.33	9.53	4.77
PTP	0.79(0.55—0.90)	24.27	4.89	8.9	4.08	0.81(0.60—0.91)	24.31	3.56	8.21	3.58
TPE	0.85(0.69—0.93)	38.74	4.61	15.51	6.01	0.87(0.73—0.94)	38.27	3.11	18.56	6.69

a:为两次测试结果的平均数;b:为第一次测试结果与第二测试结果差值的平均数。

这与 TPD 阈值增大有关,这种定性观察在我们的研究中得到了定量的证明。已有研究证实疼痛可使触觉敏锐度降低^[26—28],与健康对照组相比,膝痛、手臂疼痛^[26]和单侧腰痛患者^[27]的触觉敏锐度阈值明显较高。与非疼痛区域对比,疼痛区域的触觉敏锐度阈值高于非疼痛区域^[31]。疼痛可造成躯体感觉皮层受损^[32—34],从而导致触觉敏锐度减退,阈值增高。

TPD 通常用作皮质重组的替代测量指标^[35],最初用于手和手指的触觉敏锐度检查^[19]。目前一些研究使用 TPD 来评估下背部的触觉敏锐度^[7]。Catley 等^[14]研究显示,28 例健康人 L3 水平 TPD 测试的重测 ICC 为 0.81,测试者间 ICC 为 0.66。Adamczyk 等^[8]指出,21 例健康年轻人 L3 水平 TPD 测试重测 ICC 为 0.72,测试者间 ICC 为 0.56。Ehrenbrusthoff 等^[13]发现 35 例非特异性 CLBP 患者 L5 水平的 TPD 重测 ICC 为 0.8,测试者间 ICC 为 0.53。在本研究中,腰痛组和正常组 L5 左右两侧 TPD 测试的重测信度分别是 0.75—0.82 和 0.78—0.82,测试者间信度分别为 0.72—0.77 和 0.75—0.77。总的来说,本研究的重测

和测试者间信度范围与上述研究存在重叠之处,部分差异可能是因为研究间的测试人群、观察部位或测试间隔时间不同造成的。

与 TPD 相比,有关 PTP 的信度研究相对较少,目前仅有一篇研究评估了健康人 L3 水平线上三个位置的 PTP^[8],发现距离 L3 棘突 5cm 处的 PTP 可靠性最高,重测 ICC 为 0.86(测量间隔时间为 10min),测试者间 ICC 分别为 0.84(测量间隔时间为 10min)和 0.85(测量间隔时间为 1 周)。我们的研究发现,腰痛组 PTP 重测和测试者间的 ICC 范围分别为 0.85—0.87 和 0.82—0.85,正常组 PTP 重测和测试者间的 ICC 范围分别为 0.84—0.85 和 0.79—0.81。两项研究的差异在于分别为 L3 和 L5 测量水平。

Adamczyk^[9]发现手动移动卡尺评估背部受疼痛影响最大区域 TPE(ICC=0.75—0.91)的测试者间信度高于口头评估 TPE(ICC=0.53—0.88),手动评估(ICC=0.75—0.91)的重测信度高于口头评估(ICC=0.67—0.84)。同样,在我们的研究中,距离 L5 棘突 5cm 处 TPE 手动评估的重测可靠性为 0.88—0.90,测

试者间可靠性为0.85—0.87。不同的是我们测试了L5疼痛侧和无痛侧的TPE可靠性,而Adamczyk测试的是疼痛影响最大区域及对侧相同区域的TPE。

据研究显示,健康人和CLBP患者在一些特征上会有所不同,有研究已经证明本体感觉^[36]、工作记忆^[37]、执行能力^[38]、身体体征^[10,12]和触觉敏锐度^[20]在CLBP患者中的表现区别于健康人。例如,在PTP测试中,涉及刺激点定位部分,本体感觉便会参与进来。在执行三种评估方式的过程中,受试者需要判断TPD是否为一个点,指出PTP测试点的位置和估算TPE测试两点的距离,执行能力和反应时间也会参与进来,对评估结果的影响程度则取决于人群的不同。在慢性疼痛状态下,包括慢性腰痛,身体感知觉和触觉敏锐度(即复合感觉)都会受到干扰。大量证据表明CLBP与躯体感觉皮层重组有关^[1,4],若躯体感觉皮层存在更加明显的重组,疼痛强度就会更高^[39]。从临床角度来看,疼痛、复合感觉和躯体感觉皮层重组三者间的联系至关重要,主要有两个原因。首先,这层联系可以解释虽然可识别的病理及其强度间缺乏关联,但疼痛仍然持续存在,这表明中枢机制可能在CLBP中发挥至关重要的作用^[40];其次,疼痛引起的躯体感觉皮层重组可以通过临床治疗加以改善^[35],如复合感觉训练^[41]。需要明确的是,在临床和实验研究中,可靠准确的评估方法和工具对明确复合感觉异常的CLBP患者十分重要。

本研究人群年龄段跨度较小,未来研究可扩大人群年龄范围并对年龄进行分层研究,使研究结果推广到更多人群。虽然评估方法参照前人研究,受试者处于俯卧位,但这可能并不适用于所有受试者,易诱发或加重部分疼痛,影响研究结果。后续研究可观察患者舒适位的测量特点。多数研究强调了年龄、体毛、皮肤温度、疲劳、注意力、合作和刺激力量的重要性^[14,42—44],未来研究可探究如何将以上因素的影响最小化。

综上所述,三种评估方法在健康人及CLBP患者中的可靠性由高到低依次为TPE、PTP和TPD。因此,在腰部触觉敏锐度评估中首选TPE测试,其次是PTP测试,最后是TPD测试。TPE较PTP不受上肢关节灵活性的限制,PTP较TPD更省时。总的来说,三种评估方法在正常人和慢性腰痛人群中的

信度可靠,足以在未来评估两种人群的触觉敏锐度。三种评估方法操作简便,信度可靠,便于进行数据收集和定量分析,对CLBP患者腰部感觉的评估和治疗具有重要的临床意义。

参考文献

- [1] Flor H, Braun C, Elbert T, et al. Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients[J]. *Neurosci Lett*, 1997, 224(1): 5—8.
- [2] Hotz-Boendermaker S, Marcar VL, Meier ML, et al. Reorganization in secondary somatosensory cortex in chronic low back pain patients[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(11): E667—73.
- [3] Adamczyk W, Luedtke K, Saulicz E. Lumbar tactile acuity in patients with low back pain and healthy controls: systematic review and meta-analysis[J]. *Clin J Pain*, 2018, 34(1): 82—94.
- [4] Schmidt-Wilcke T, Leinisch E, Ganssbauer S, et al. Affective components and intensity of pain correlate with structural differences in gray matter in chronic back pain patients[J]. *Pain*, 2006, 125(1—2): 89—97.
- [5] Buckalew N, Haut MW, Aizenstein H, et al. Differences in brain structure and function in older adults with self-reported disabling and nondisabling chronic low back pain[J]. *Pain Med*, 2010, 11(8): 1183—1197.
- [6] Diers M, Koeppe C, Diesch E, et al. Central processing of acute muscle pain in chronic low back pain patients: an EEG mapping study[J]. *J Clin Neurophysiol*, 2007, 24(1): 76—83.
- [7] Adamczyk WM, Saulicz O, Saulicz E, et al. Tactile acuity (dys)function in acute nociceptive low back pain: a double-blind experiment[J]. *Pain*, 2018, 159(3): 427—436.
- [8] Adamczyk W, Slugocka A, Saulicz O, et al. The point-to-point test: A new diagnostic tool for measuring lumbar tactile acuity? Inter and intra-examiner reliability study of pain-free subjects[J]. *Man Ther*, 2016, 22: 220—226.
- [9] Adamczyk WM, Slugocka A, Mehlich K, et al. Preliminary Validation of a Two-Point Estimation Task for the Measurement of Sensory Dissociation in Patients with Chronic Low Back Pain[J]. *Pain Med*, 2018, 0:1—7.
- [10] Moseley GL. I can't find it! Distorted body image and tactile dysfunction in patients with chronic back pain[J]. *Pain*, 2008, 140(1): 239—243.
- [11] Nishigami T, Mibu A, Osumi M, et al. Are tactile acuity and clinical symptoms related to differences in perceived body image in patients with chronic nonspecific lower back pain?[J]. *Man Ther*, 2015, 20(1): 63—67.
- [12] Tsay A, Allen TJ, Proske U, et al. Sensing the body in chronic pain: a review of psychophysical studies implicating altered body representation[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2015, 52: 221—232.
- [13] Ehrenbruchhoff K, Ryan CG, Gruneberg C, et al. The intra- and inter-observer reliability of a novel protocol for

- two-point discrimination in individuals with chronic low back pain[J]. *Physiol Meas*, 2016, 37(7): 1074—1088.
- [14] Catley MJ, Tabor A, Wand BM, et al. Assessing tactile acuity in rheumatology and musculoskeletal medicine--how reliable are two-point discrimination tests at the neck, hand, back and foot?[J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2013, 52(8): 1454—1461.
- [15] Wand BM, Di Pietro F, George P, et al. Tactile thresholds are preserved yet complex sensory function is impaired over the lumbar spine of chronic non-specific low back pain patients: a preliminary investigation[J]. *Physiotherapy*, 2010, 96(4): 317—323.
- [16] Chakraverty R, Pynsent P, Isaacs K. Which spinal levels are identified by palpation of the iliac crests and the posterior superior iliac spines?[J]. *J Anat*, 2007, 210(2): 232—236.
- [17] Merz O, Wolf U, Robert M, et al. Validity of palpation techniques for the identification of the spinous process L5 [J]. *Man Ther*, 2013, 18(4): 333—338.
- [18] Dinse HR, Kleibel N, Kalisch T, et al. Tactile coactivation resets age-related decline of human tactile discrimination[J]. *Ann Neurol*, 2006, 60(1): 88—94.
- [19] Moberg E. Two-point discrimination test. A valuable part of hand surgical rehabilitation, e.g. in tetraplegia[J]. *Scand J Rehabil Med*, 1990, 22(3): 127—134.
- [20] Catley MJ, O'connell NE, Berryman C, et al. Is tactile acuity altered in people with chronic pain? a systematic review and meta-analysis[J]. *J Pain*, 2014, 15(10): 985—1000.
- [21] GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016[J]. *Lancet*, 2017, 390(10100): 1211—1259.
- [22] Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, et al. What low back pain is and why we need to pay attention[J]. *Lancet*, 2018, 391(10137): 2356—2367.
- [23] Clark S, Horton R. Low back pain: a major global challenge[J]. *Lancet*, 2018, 391(10137): 2302.
- [24] Driscoll T, Jacklyn G, Orchard J, et al. The global burden of occupationally related low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2014, 73(6): 975—981.
- [25] Luomajoki H, Moseley GL. Tactile acuity and lumbopelvic motor control in patients with back pain and healthy controls[J]. *Br J Sports Med*, 2011, 45(5): 437—440.
- [26] Stanton TR, Lin CW, Bray H, et al. Tactile acuity is disrupted in osteoarthritis but is unrelated to disruptions in motor imagery performance[J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2013, 52(8): 1509—1519.
- [27] Moseley GL, Gallagher L, Gallace A. Neglect-like tactile dysfunction in chronic back pain[J]. *Neurology*, 2012, 79(4): 327—332.
- [28] Lisanti PA. Perceived body space and self-esteem in adult males with and without chronic low back pain[J]. *Orthop Nurs*, 1989, 8(3): 49—56.
- [29] Lisanti P, Verdisco LA. Perceived body space and self-esteem in adult females with chronic low back pain[J]. *Orthop Nurs*, 1994, 13(2): 55—63.
- [30] Adamczyk WM, Luedtke K, Saulicz O, et al. Sensory dissociation in chronic low back pain: Two case reports[J]. *Physiother Theory Pract*, 2018, 34(8): 643—651.
- [31] Harvie DS, Edmond-Hank G, Smith AD. Tactile acuity is reduced in people with chronic neck pain[J]. *Musculoskelet Sci Pract*, 2018, 33: 61—66.
- [32] Flor H. Cortical reorganisation and chronic pain: implications for rehabilitation[J]. *J Rehabil Med*, 2003, 0(41 Suppl): 66—72.
- [33] Wand BM, Parkitny L, O'connell NE, et al. Cortical changes in chronic low back pain: current state of the art and implications for clinical practice[J]. *Man Ther*, 2011, 16(1): 15—20.
- [34] Moseley GL. Pain, brain imaging and physiotherapy--opportunity is knocking[J]. *Man Ther*, 2008, 13(6): 475—477.
- [35] Moseley GL, Flor H. Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: a review[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2012, 26(6): 646—652.
- [36] Mehta R, Cannella M, Smith SS, et al. Altered trunk motor planning in patients with nonspecific low back pain[J]. *J Mot Behav*, 2010, 42(2): 135—144.
- [37] Berryman C, Stanton TR, Jane Bowering K, et al. Evidence for working memory deficits in chronic pain: a systematic review and meta-analysis[J]. *Pain*, 2013, 154(8): 1181—1196.
- [38] Berryman C, Stanton TR, Bowering KJ, et al. Do people with chronic pain have impaired executive function? A meta-analytical review[J]. *Clin Psychol Rev*, 2014, 34(7): 563—579.
- [39] Lloyd D, Findlay G, Roberts N, et al. Differences in low back pain behavior are reflected in the cerebral response to tactile stimulation of the lower back[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(12): 1372—1377.
- [40] Chou D, Samartzis D, Bellabarba C, et al. Degenerative magnetic resonance imaging changes in patients with chronic low back pain: a systematic review[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(21 Suppl): S43—53.
- [41] Wand BM, Abbaszadeh S, Smith AJ, et al. Acupuncture applied as a sensory discrimination training tool decreases movement-related pain in patients with chronic low back pain more than acupuncture alone: a randomised cross-over experiment[J]. *Br J Sports Med*, 2013, 47(17): 1085—1089.
- [42] Moberg E. Objective methods for determining the functional value of sensibility in the hand[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1958, 40-b(3): 454—476.
- [43] Nolan MF. Two-point discrimination assessment in the upper limb in young adult men and women[J]. *Phys Ther*, 1982, 62(7): 965—969.
- [44] Tong J, Mao O, Goldreich D. Two-point orientation discrimination versus the traditional two-point test for tactile spatial acuity assessment[J]. *Front Hum Neurosci*, 2013, 7: 579.