

# 不同篮球鞋在纵跳中足底压力的差异性研究

伊超凡

(湖北大学 体育学院, 湖北 武汉 430062)

**摘要:** 本研究旨在通过比较不同类型篮球鞋之间的足底压力变化, 以及各指标之间的相互作用, 来深入了解它们对于篮球爱好者脚部健康和安全的影 响。通过使用德国Novel Pedal-X足部压力检测系统, 我们对八名拥有篮球专业背景的大学生进行了实验, 他们穿着三款不同的篮球鞋(耐克欧文6、阿迪达斯利拉德7和李宁全城8), 模拟了跳投下落时的脚部压力分布情况。结果: 三款篮球鞋在整体上以及足底9区域的相关参数结果均无明显差异( $p>0.05$ ), 在最大压强峰值、最大地面反作用力、力-时间积分值三个力学参数上的具体数值存在不同。研究结论: 耐克篮球鞋在保护性与缓冲性方面最好, 李宁鞋次之, 阿迪达斯篮球鞋最差。

**关键词:** 足底压力; 篮球鞋; 纵跳; 足底压强峰值

## Different Basketball Shoes in the Vertical Jump of Plantar Pressure Difference Research

YI Chao-fan

(School of Physical Education, HuBei University, Wuhan 430062, China)

**Abstract:** Objective: to explore the difference of plantar pressure of basketball enthusiasts wearing three brand basketball shoes during shooting, and to analyze the influence of different basketball shoes on feet from the point of view of biomechanics. Methods: the plantar pressure distribution characteristics of eight basketball college students wearing three kinds of basketball shoes (NIKEKYRIE6, ADIDASLIRADE7, Li Ning ALLCITY8) were tested by using German NovelPedal-X plantar pressure test system. Results: there was no significant difference in the three parameters of the three basketball shoes ( $p>0.05$ ), but there were differences in the three mechanical parameters of maximum ground reaction force, maximum pressure peak and force-time integral value. Research conclusion: NIKE basketball shoes have the best cushioning and protection performance, Li Ning basketball shoes take the second place, and ADIDAS basketball shoes are the worst.

**Key words:** Plantar pressure; Basketball shoes; Vertical jump; Plantar peak pressure

### 1 前言

随着篮球运动的发展, 篮球相比其他运动更具有对抗性, 要求人们有更好的体能与身体素质, 因此篮球运动也是运动员伤病率较高的运动之一, 所以人们在选择篮球鞋上, 更加注重篮球鞋的缓震性和保护性。篮球运

动中, 包含了大量的纵跳、急停、变相、落地缓冲等下肢动作<sup>[1]</sup>。而一双合适的篮球鞋对于人们在运动过程的发挥与身体保护也尤为重要。跳投是篮球比赛中的主要技术动作之一, 当人屈膝充分起跳, 将球投出后身体下落, 一般情况下, 双脚前掌几乎同时接触地面, 随后给过渡

收稿日期: 2023-02-13

作者简介: 伊超凡(1998-), 男, 湖北襄阳人, 湖北大学体育学院硕士研究生在读, 研究方向: 运动人体科学。

到中足,最后掌接触地面完成落地缓冲<sup>[2,3]</sup>。不同品牌的篮球鞋,其中底材料以及鞋底结构也大不相同,这也直接影响了篮球鞋对于人下落时下肢的缓冲以及保护作用<sup>[4]</sup>。在篮球运动中参与者每一次的跳投落地都会承受比自身体重3~7倍的冲击力<sup>[5]</sup>,这种巨大的冲击力通过能量传递,逐步到脚踝和膝盖,长期会产生应力性骨折、足弓塌陷、前交叉韧带损伤(ACL)等下肢伤病<sup>[6,7]</sup>。

本研究通过比较三款球鞋在人模拟跳投下落时的足底压力分布情况,分析并评价三款球鞋的保护性以及缓震性,从而为篮球运动员以及篮球爱好者提供建议。

## 2 研究方法

表2 实验用鞋基本信息

品牌	码数(欧码)	重量(单只)/g	缓震科技
耐克欧文6	43	425	ZOOM 气垫+phylon(EVA二次发泡材料)
阿迪达斯利拉德7	43	410	Lightstrike(EVA发泡材质)
李宁全城8	43	475	李宁云(EVA、橡胶等四种不同的高分子材料聚合)

### 2.2 实验方法及设备调试

#### 1) 实验方法

受试者穿着三款不同篮球鞋分别进行纵跳测试。测试使用Novel Pedar-X足底压力测试系统采集受试者纵跳下落时足底的生物力学参数,主要包括接触面积(contact area)、最大地面作用力(maximum force)、足底压强峰值(peak pressure)、力量—时间积分值(force—time—integral)。受试者主要发力手均为右手,测试时以受试者主要受力脚为数据采集标准。

#### 2) 实验设备及调试

测试采用德国Novel Pedar-X足底压力测试系统,包括鞋垫—主机盒数据线(Pedar in-sole Cable)、信号放大转换盒(Pedar mobile cable box)、Pedar-x Expert软件。

测试时将与实验所需尺寸匹配的鞋垫平铺至鞋内,测试频率调至100Hz,且在每名受试者测试前将两鞋垫数据调至零。且测试期间,告知受试者双脚不能前后滑动、左右横移导致鞋垫出现前后弯折或感应损坏的情况。

#### 3) 实验过程设计

实验要求受试者分别试穿三款篮球鞋进行实验,每组测试在原地竭力纵跳以模拟跳起投篮动作,落地时屈髋屈膝进行缓冲,每纵跳10次,每次间隔30s;且设置固定高度,以保证实验者的每次模拟起跳的竭力程度。为提高实验结果的准确性,受试者在过程中不能走动,且会有志愿者为受试者传球辅助受试者完成模拟跳投。最终通过无线传输,在Pedar-X Expert软件进行数据采集。

### 2.1 实验对象及实验用鞋

受试对象为8名男性,为体育学院篮球专业学生,受试者均身体健康,无任何上下肢的先天疾病,且在半年内下肢无任何足、踝、膝等运动损伤,具体信息见表1。

表1 受试者基本资料( $\bar{x} \pm s$ )

人数	年龄	身高/cm	体重/kg	足长/mm
8	21.87 ± 0.78	178.75 ± 2.22	74.62 ± 4.58	273.77 ± 1.35

实验用鞋方面首先考虑到市场销量最好的三个品牌,其次具有独立中底结构材料,有成熟的减震科技,且中底厚度基本一致,具体信息见表2。

#### 4) 数据处理与统计分析

实验结束后,将足底压力系统的99个传感器划分成9大区域,包括M1-M9区,其中T1区(Thumb1)为大拇指区,T2区(Toe2)为2-5趾骨区,M3区(Metatarsal)为跖骨内侧区,M4区为跖骨中区,M5区为跖骨外侧区,M6区为足中外侧区,M7为足中内侧区,H8区(Heel)为足跟外侧区,H9区为足跟内侧区。具体示意如图1。

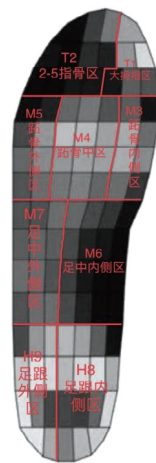


图1 足底压力9分区图

除去实验过程中采集的多余的步态数据,选取10次纵跳下落的数据,从而得到9个区域的四个生物力学参数(接触面积、最大地面作用力、足底压强峰值、力量—时间积分值);将八名受试者的数据导入SPSS26.0中利

用  $K$  个相关样本的非参数性检验进行统计分析。

### 3 实验结果

#### 2.1 三款鞋纵跳落地时整体的力学参数比较

由表3可得,不同品牌的篮球鞋在接触面积、最大地面反作用力、最大压强峰值、力—时间积分值四个参数值无显著性差异( $p>0.05$ )。由此看出,不同类型篮

球鞋在受试者模拟跳投下落时,对受试者的足底提供了缓冲,对受试者下肢各关节提供的保护作用相差不大。观察不同参数均值发现,NK 篮球鞋在接触面积上最大,AD 篮球鞋次之,LN 篮球鞋最小,在最大地面反作用力与力—时间积分值方面,NK 篮球鞋最大,LN 篮球鞋次之,AD 篮球鞋最小;在最大压强峰值方面,LN 篮球鞋最大,NK 篮球鞋次之,AD 篮球鞋最小。

表3 三款鞋纵跳落地时的整体力学参数( $\bar{x} \pm s$ )

品牌	类型	接触面积( $\text{cm}^2$ )	最大地面反作用力(N)	峰值足底压强(kPa)	力—时间积分值(N·s)
阿迪达斯	DAME6	289.44 ± 17.73	1234.54 ± 997.58	1124.68 ± 341.05	186.85 ± 211.55
李宁	ALL CITY8	282.01 ± 24.83	879.72 ± 527.16	893.19 ± 372.31	140.80 ± 80.86
耐克	KYRIE 6	297.96 ± 24.90	865.43 ± 794.4	1042.45 ± 500.91	96.70 ± 71.76
$P$		0.417	0.607	0.886	0.882

#### 2.2 三款鞋纵跳落地时足底不同区域不同力学参数的比较

##### 1) 最大压强峰值

由表4可得,不同类型篮球鞋的最大压强峰值参数上在足底9个区域其显著性均不显示统计学意义( $p>0.05$ )。从足底的不同分区观察,发现最大压强峰值方面LN 篮球

鞋在T1区、T2区、M3区、M6区、M7区、H8区、H9区均小于NK 篮球鞋与AD 篮球鞋;NK 篮球鞋在M5区小于LN 篮球鞋与AD 篮球鞋。且AD 篮球鞋在2-5趾骨区(T2)、跖骨外侧区(M5)最大压强峰值参数最大;LN 篮球鞋在大拇指区(T1)以及跖骨中区(M4)和跖骨外侧区(M5)最大压强峰值参数最大;NK 鞋与李宁鞋集中区域一致。

表4 三款鞋纵跳落地时的最大压强峰值参数( $\bar{x} \pm s$ )

足底分区	阿迪达斯(AD)	李宁(LN)	耐克(NK)	$P$
大拇指区(T1)	229.15 ± 117.34	157.18 ± 97.74	192.96 ± 131.59	0.197
2-5趾骨区(T2)	158.80 ± 57.62	121.05 ± 69.15	143.51 ± 86.65	0.607
跖骨内侧区(M3)	115.25 ± 43.93	90.13 ± 43.70	128.75 ± 67.50	0.325
跖骨中区(M4)	159.24 ± 67.58	163.85 ± 79.33	165.03 ± 82.78	0.882
跖骨外侧区(M5)	223.80 ± 101.62	173.12 ± 105.21	172.67 ± 103.79	0.302
足中外侧区(M6)	153.18 ± 63.37	123.53 ± 47.61	150.71 ± 64.87	0.417
足中内侧区(M7)	113.69 ± 51.43	98.50 ± 42.62	120.06 ± 50.40	0.325
足跟外侧区(H8)	156.48 ± 63.55	110.70 ± 66.03	119.80 ± 65.61	0.44
足跟内侧区(H9)	141.07 ± 59.10	110.96 ± 56.50	133.73 ± 50.77	0.607

##### 2) 最大地面反作用力

由表5可得,不同类型篮球鞋的最大地面反作用力参数仅在M4区存在显著性差异( $p<0.05$ ),其他区域均不存在显著性差异( $p>0.05$ )。观察参数均值发现,LN 篮球鞋在T1区、M5区、M7区、H8区、H9区的最大地面作用力参数均大于NK 篮球鞋与AD 篮球鞋;NK 篮球鞋在M3区与M6区均小于LN 篮球鞋与AD 篮球鞋,其

中AD 篮球鞋参数值最大;NK 篮球鞋在T2区与M4区均小于LN 篮球鞋与AD 篮球鞋。其中AD 篮球鞋最大地面反作用力集中区域为大拇指区(T1)、跖骨外侧区(M5)、足中外侧区(M6),足跟外、内侧区(H8、H9);LN 篮球鞋集中于大拇指区(T1)、跖骨外侧区(M5)、足中外侧区(M6);耐克篮球鞋集中于大拇指区(T1)、跖骨外侧区(M5)、足跟外侧区(H8)。

表5 三款鞋纵跳落地时的最大地面反作用力参数( $\bar{x} \pm s$ )

足底分区	阿迪达斯(AD)	李宁(LN)	耐克(NK)	$P$
大拇指区(T1)	1124.68 ± 341.05	893.19 ± 372.31	1042.45 ± 500.91	0.882

续表

足底分区	阿迪达斯 (AD)	李宁 (LN)	耐克 (NK)	<i>p</i>
2-5 趾骨区 (T2)	467.97 ± 333.60	612.00 ± 585.10	359.00 ± 218.64	0.687
跖骨内侧区 (M3)	704.13 ± 548.17	593.09 ± 553.34	373.61 ± 207.69	0.417
跖骨中区 (M4)	531.28 ± 667.88	567.24 ± 593.28	145.47 ± 170.26	0.034*
跖骨外侧区 (M5)	1235.28 ± 1003.31	896.46 ± 664.89	1029.08 ± 919.85	0.607
足中外侧区 (M6)	1047.89 ± 571.42	720.07 ± 454.28	663.28 ± 385.93	0.882
足中内侧区 (M7)	745.70 ± 589.63	609.35 ± 455.70	723.18 ± 571.31	0.417
足跟外侧区 (H8)	1296.24 ± 974.08	672.12 ± 502.08	1043.40 ± 914.14	0.325
足跟内侧区 (H9)	1094.43 ± 778.18	702.29 ± 447.78	755.74 ± 609.42	0.687

注: \*为  $p < 0.05$ , 表示差异显著。

## 3) 力—时间积分值

由表6可得, 不同类型篮球鞋力—时间积分值参数在足底9个区域的结果的差异均不具有统计学意义 ( $p > 0.05$ )。观察参数均值发现, NK 篮球鞋在 T1 区、M3 区、M4 区的力—时间积分值均小于 AD 篮球鞋与 LN 篮球鞋, 其中 LN 篮球鞋最大; NK 篮球鞋在 T2 区、

M4—M7 区、H8 区、H9 区的力—时间积分值均小于 AD 篮球鞋与 LN 篮球鞋, 其中 AD 篮球鞋最大。AD 鞋在力—时间积分值参数集中区域为 2-5 趾骨区 (T2) 以及跖骨外侧区 (M5); LN 集中区域同样为 2-5 趾骨区 (T2) 以及跖骨外侧区 (M5); NK 鞋集中于 2-5 趾骨区 (T2) 以及足跟外侧区 (H8)。

表6 三款鞋纵跳落地时的力—时间积分值参数 ( $\bar{x} \pm s$ )

足底分区	阿迪达斯 (AD)	李宁 (LN)	耐克 (NK)	<i>p</i>
大拇指区 (T1)	66.45 ± 44.70	78.64 ± 74.48	61.32 ± 51.64	0.882
2-5 趾骨区 (T2)	121.11 ± 137.23	100.93 ± 90.72	70.55 ± 56.71	0.325
跖骨内侧区 (M3)	64.52 ± 77.59	61.89 ± 51.60	45.15 ± 40.79	0.882
跖骨中区 (M4)	60.93 ± 75.69	61.19 ± 53.78	45.67 ± 43.15	0.687
跖骨外侧区 (M5)	130.19 ± 150.77	86.31 ± 46.46	55.05 ± 37.80	0.607
足中外侧区 (M6)	72.40 ± 79.35	64.97 ± 37.66	48.74 ± 33.11	0.882
足中内侧区 (M7)	60.44 ± 55.56	55.27 ± 31.68	43.74 ± 32.84	0.607
足跟外侧区 (H8)	93.21 ± 96.82	78.34 ± 40.63	66.37 ± 61.02	0.882
足跟内侧区 (H9)	72.65 ± 82.17	50.74 ± 22.53	45.21 ± 33.68	0.882

## 3 讨论与分析

## 3.1 讨论

国内外针对足底压力研究已经持续多年, 且多集中在裸足情况下的足底压力分析, 在裸足正常行走状态下, 最大地面反作用力较大值主要集中于足跟内侧区 (H8), 其次为 2-3 跖骨区即跖骨中区 (M4), 较小值主要分布于 2-5 趾骨区 (M2) 以及跖骨外侧区 (M5) [8]。在模拟投篮下落时, 前脚掌先接触地面, 其次过渡到足中, 足跟最后接触地面, 从而完成落地缓冲。

## 1) 最大压强峰值

最大压强峰值是在固定区域内所受压力最大的部位在单位面积的作用效果值 [9]。此力学参数值的大小也取决于不同篮球鞋中底材料的缓震效果, 不同的中底材料可以有效地分散足底突然受力时的冲击。由试验结果表明, LN 篮球鞋在足趾、中足以及足后跟区缓震效果最好,

AD 篮球鞋缓震效果最差, NK 篮球鞋在足前掌主要受力区缓震效果最好, 其他区域处于居中水平。而这也与 NK 鞋气垫放置位置有关, NK 所测试鞋, 椭圆形气垫放置于 M4—M5 区域, 在模拟投篮下落时, 气垫的形变很好的分散了下落时, 重力带给足底的冲击力, 使 NK 篮球鞋在前掌主要受力区的缓震效果优于其他品牌。

同时, 有研究 [10] 表明压强峰值越大, 中底材料的硬度更高, 当压力向足下, 其反馈速度更快, 所以对足底起跳反应以及脚步启动速度有更好的促进作用, 所以 AD 篮球鞋更适合爆发型、突破型的球员, NK、LN 篮球鞋则更适合弹跳型、投射型球员。

## 2) 最大地面作用力

最大地面作用力即人在运动过程中脚接触地面, 地面对足底产生的反作用力, 而这一力学参数也是步态分析、足踝损伤分析等重要的参考标准之一 [11]。



由测试结果可得, LN 篮球鞋在大拇指区(T1)、跖骨外侧区(M5)、足中外侧区(M7)以及足后跟区最大地面反作用力最小, NK 篮球鞋在足前掌区域以及足中内侧(M6)地面反作用力最小, AD 篮球鞋在其中7个区域地面反作用力为最大。由于在篮球运动中, 地面反作用力越大, 人体内产生的震荡也越严重, 长期下去会导致人体下肢以及足踝关节的损伤<sup>[12]</sup>。

其中, 在足底外侧区域(包括跖骨、足中、足跟外侧区域)的最大地面作用力参数上, AD 鞋最高, NK 鞋其次, LN 鞋最小, 证明在穿着 AD 鞋投篮下落时, 大部分的地面作用力均集中足外侧, 足踝中心靠身体外侧, 长时间穿着进行篮球运动时, 容易发生崴脚、韧带拉伤甚至断裂、长期穿着进行运动容易造成足内翻的现象。由此看来, 在运动保护性能方面, LN 篮球鞋最好, NK 篮球鞋次之, AD 篮球鞋最差。所以, 虽然 AD 篮球鞋在起跳以及启动上有一定优势, 但是不建议长期穿着, 避免产生踝关节损伤。

### 3) 力—时间积分值

力—时间积分值是在一段时间内, 足底压力对各区域连续作用所产生的累计效果, 其大小主要是由压力值以及时间两个因素所影响<sup>[13]</sup>。通过力—时间积分值可以直观看出测试时间内足底9区域对地面的压力的相对大小。由测试结果可得, NK 篮球鞋在9个区域积分值最小, 在大拇指区(T1)、跖骨内侧区以及中区(M3、M4) AD 篮球鞋处于居中水平, LN 篮球鞋积分值最大, 其他区域 AD 篮球鞋积分值均为最大。可见 NK 篮球鞋整体的缓震性能更好, 在鞋底构造上更符合人体工学, 能够充分利用足弓作为缓冲, 从而分散投篮下落时对足底的冲击力, LN 篮球鞋次之, AD 篮球鞋最差。

## 3.2 建议

综上所述, NK 篮球鞋对篮球运动中下落动作时对足底产生的瞬时压力与冲击力的缓冲作用效果最好, LN 篮球鞋次之, AD 篮球鞋最差; 而对篮球运动中的足踝关节以及膝关节的保护性能方面, LN 篮球鞋最好, NK 篮球鞋次之, AD 篮球鞋最差。所以在选择篮球鞋时, 如果自身的足踝以及膝关节周围的肌肉群较发达, 两关节更稳定, 且对缓震效果要求较高, 以及有较高要求的穿着舒适度、体验感时, 建议选择 NK 篮球鞋; 如果对缓震性能要求不高, 但足踝、膝关节有伤病史时, 可以选择 LN 篮球鞋。

AD 篮球鞋缓震性能较差, 对踝关节的稳定性较差, 对足弓结构的保护也是最差, 且在三个力学参数结果中均出现了离散程度较大的情况, 从侧面也证明了其不稳定性, 在穿着时要注意尽量避免长期穿着, 从而防止足底筋膜炎、踝关节侧翻、膝关节损伤等下肢伤病的发生。

NK 篮球鞋以及 LN 篮球鞋对投篮下落时的冲击力的缓

冲作用以及保护作用相对较好, 所以更适合投射型、弹跳型、以及有足踝等关节伤病史的篮球爱好者; 而 AD 篮球鞋中底材料较硬, 地面反作用力反馈更快, 更有助于下肢爆发力较好的篮球爱好者的启动与发力, 所以 AD 篮球鞋更适合突破型、速度型、爆发型篮球爱好者。在选择球鞋时也要考虑到自身的打法以及类型去选择最适合自己的篮球鞋。

## 参考文献

- [1] 陆毅琛. 篮球鞋在纵跳中功效性与舒适性的动力学研究[J]. 广州体育学院学报, 2014, 34(2): 92-94, 99.
- [2] 李宁, 马潇曼, 周亚辉. 单肩投篮技术特征研究现状与评述[J]. 广州体育学院学报, 2019, 39(3): 94-100.
- [3] 徐艳, 袁同春, 柴业宏. 基于三维图像解析的篮球投篮技术生物力学分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2012, 35(10): 1428-1432.
- [4] 尹娜, 张增光. 不同材质篮球鞋底结构对运动员下肢减震的作用研究[J]. 粘接, 2022, 49(1): 162-165, 170.
- [5] 傅维杰, 刘宇, 李路. 运动鞋对人体落地冲击和下肢软组织振动的影响[J]. 体育科学, 2013, 33(7): 45-52.
- [6] T Sakurai. Biomechanical analysis for the different types of jump shot in basketball: A research of risk factors for ACL injury[J]. Journal of Science and Medicine in Sport, 2017(20): 23-24.
- [7] 叶坤. 青少年篮球运动中踝关节损伤的原因以及对策[C]//第二届全国运动生物力学学术交流大会论文摘要汇编. 2018: 177-178.
- [8] 张庆来, 宋绍兴, 董杰. 健康大学生足底压力分布参数特征[J]. 中国学校卫生, 2007, 28(9): 814-816.
- [9] 宋雅伟, 华宇飞. 不同篮球鞋足底压力的差异性研究[J]. 首都体育学院学报, 2011, 23(5): 465-468.
- [10] 王丽娜, 牛春欢, 徐玥, 等. 不同类型鞋底的篮球鞋对起跳动作时足底压力分布的影响研究[J]. 足踝外科电子杂志, 2021, 8(4): 12-17.
- [11] 王立平, 李建设. 足底压力测量技术的发展现状与应用研究[J]. 浙江体育科学, 2004(1): 43-46, 90.
- [12] 张新语, 邢新阳, 霍洪峰. 矫正鞋垫的设计原理与生物力学功能[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(23): 3744-3750.
- [13] Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP, et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot[J]. Gait Posture, 2013, 37(3): 45-51.