

节奏性篮球投篮训练对罚球准确性、动作稳定性及沉浸体验的影响

李辉

洛阳理工学院体育教学部，河南洛阳

摘要：篮球罚球表现受运动技能执行的时序结构与心理调控共同影响。针对传统训练范式对动作节奏标准化关注不足的问题，本研究引入节奏性训练理念，系统探讨节拍器引导的训练对大学生篮球运动员罚球表现的影响。采用随机对照实验设计，将40名具有持续训练基础的男性大学生随机分为实验组与对照组。实验组进行为期6周、每周2次的节奏性训练，以节拍器为外部时间参照建立标准化投篮时序；对照组完成等强度传统训练。通过罚球命中率、传感器测得的出手时机变异性及《沉浸状态量表-2》得分，多维度评估干预效果。结果显示：6周干预后，两组参与者的罚球命中率、动作稳定性及沉浸体验均获显著改善（ $p < 0.001$ ）。实验组命中率由61.5%提升至70.0%，出手时机变异性由0.84秒降至0.64秒；对照组命中率由62.1%提升至70.6%，变异性由0.82秒降至0.62秒。双因素混合方差分析表明，时间主效应显著（ $p < 0.001$ ），但组别主效应及时间×组别交互作用均未达显著水平（ $p > 0.05$ ），说明节奏训练在统计上未表现出显著优势。研究证实，系统训练可有效提升罚球表现。尽管节奏训练未产生额外的统计优势，但其通过外部时序线索促进动作自动化的训练思路，为篮球技能训练的标准化与量化提供了新路径，具备作为传统训练补充方案的潜在价值。未来研究可延长干预周期、拓展样本多样性，或引入压力情境，进一步验证该方法的适用边界与持续效益。

关键词：节奏训练；篮球投篮；罚球准确性；动作稳定性；沉浸体验

The Impact of Rhythmic Basketball Shooting Training on Free Throw Accuracy, Movement Stability, and Flow Experience

Hui Li

Physical Education Department, Luoyang Institute of Science and Technology, Luoyang, Henan

Abstract: Basketball free throw performance is influenced by both the temporal structure of motor skill execution and psychological regulation. Addressing the lack of emphasis on movement rhythm standardization in traditional training paradigms, this study introduces the concept of rhythmic training to systematically explore the impact of metronome-guided training on free throw performance among university basketball players. A randomized controlled experimental design was adopted, in which 40 male university students with consistent training backgrounds were randomly assigned to either an experimental group or a control group. The experimental group underwent a 6-week

* 作者简介：李辉（1988-），男，河南洛阳人，讲师，博士，研究方向为运动心理学。

rhythmic training intervention (twice per week), using a metronome as an external temporal reference to establish a standardized shooting sequence. The control group performed traditional free throw training of equivalent intensity. Intervention effects were assessed multidimensionally through free throw accuracy, release time variability measured via sensors, and scores on the *Flow State Scale-2 (FSS-2)*. The results showed that after the 6-week intervention, both groups demonstrated significant improvements in free throw accuracy, movement stability, and flow experience ($p < 0.001$). Specifically, the experimental group's accuracy improved from 61.5% to 70.0%, with release time variability decreasing from 0.84 seconds to 0.64 seconds. The control group's accuracy improved from 62.1% to 70.6%, with variability decreasing from 0.82 seconds to 0.62 seconds. A two-way mixed ANOVA revealed a significant main effect of time ($p < 0.001$), but neither the main effect of group nor the time \times group interaction reached statistical significance ($p > 0.05$), indicating that rhythmic training did not demonstrate a significant advantage over traditional training in statistical terms. The study confirms that systematic training effectively enhances free throw performance. Although rhythmic training did not provide additional statistical advantages, its approach of utilizing external temporal cues to promote movement automation offers a new pathway for the standardization and quantification of basketball skill training, holding potential value as a supplementary method to traditional training. Future research could extend the intervention period, diversify the participant sample, or introduce high-pressure scenarios to further validate the applicability and long-term benefits of this training method.

Keywords: rhythmic training; basketball shooting; free throw accuracy; movement stability; flow experience

1 引言

现代体育训练正经历从经验导向向科学系统化的转型，其核心在于构建基于多学科理论、可测量、可控制的训练体系。篮球作为一项集战术、技术与体能于一体的竞技运动，要求运动员在动态对抗中实现感知、决策与执行的协调统一。因此，篮球训练需超越单一身体能力训练的范畴，实现生理、认知与心理要素的有机整合[1]。

在篮球技术体系中，投篮是决定比赛得分的关键环节，其稳定性不仅影响运动员个人表现，也直接影响团队战术的执行效果与比赛结果[2]。罚球作为比赛中较少受防守干扰的静态投篮方式，因其执行场景可控且得分价值显著，常在关键时刻影响比赛走向[3]。然而，罚球表现不仅依赖动作技能的熟练程度，还受到心理压力、动作模式稳定性、注意力分配及任务沉浸状态等多重因素影响[4,5]。这种“技术-心理”双重依赖的特征，要求罚球训练

必须超越传统的生物力学范式，构建融合神经肌肉控制与心理调控的综合训练方案[6]。

从生物力学角度分析，投篮命中率主要受投射角度和出手速度两个关键参数影响。近年来，节奏控制与动作时序一致性等心理、运动要素对罚球稳定性的作用受到重视[7]。节奏训练通过提供稳定的时间参照（如节拍器），帮助运动员建立标准化的动作时序结构，从而提升动作执行的重复性与规范性。其作用机制主要涉及感觉-运动整合的优化与动作程序的自动化。研究表明，节奏性刺激有助于降低认知负荷，提高动作输出的稳定性，并改善肌肉力量的精细控制[8]。

近期研究进一步支持节奏训练在篮球技术训练中的应用价值。多项研究表明，节奏训练可显著提升运动员的运球速度、准确性及时机控制能力；同时还能提高球队得分效率与犯规控制能力。这些成果为节奏训练从动态技术向静态投篮技术的延伸提供了理论依据[9]。

投篮作为多关节协同的复合动作链，在节奏训练框架下更易于形成自动化模式，并通过反复强化促进肌肉记忆的巩固[10]。此外，节奏训练还具备心理调节功能，可诱导积极情绪状态，缓解压力与疲劳，并促进任务沉浸感的产生[11]。临床研究也表明，节奏干预有助于改善神经与运动系统的协调效率，这为节奏训练在篮球技能学习中的应用提供了跨领域支持[12]。

节奏训练在动态任务中表现出显著效果，但其在静态投篮技术，特别是罚球方面的实证研究仍相对不足。罚球表现高度依赖心理状态与动作习惯的持续稳定，仅靠机械重复难以保证长期命中率。因此，训练中需要同步解决节奏化动作模式建立、心理状态调控与执行一致性强化三大问题，这也构成了节奏训练介入的理论基础。

基于以上背景，本研究旨在探讨节奏训练对篮球罚球表现的影响，重点考察其在提升投篮准确性、动作稳定性及沉浸体验方面的作用，以弥补现有研究的不足，并为篮球罚球训练提供新的科学路径。研究拟探讨以下问题：（1）相较于传统训练，节奏训练是否能更有效地提高罚球命中率？

（2）节奏训练是否有助于提升投篮动作的重复稳定性与一致性？（3）节奏训练是否能够增强运动员在罚球过程中的沉浸体验与心理专注力？通过严格的对照实验，为节奏训练在篮球罚球训练中的应用提供实证支持。

2 研究方法

2.1 研究对象

本研究采用实验对照设计，通过G*Power 3.1软件进行样本量估算。设定效应量 $f=0.5$ ， α 水平 $=0.05$ ，检验效能 $(1-\beta)=0.80$ ，计算得出所需最小样本量为34人。考虑实验中可能存在样本脱落，最终招募40名实验对象，随机分为实验组（ $n=20$ ）与对照组（ $n=20$ ）。

实验对象均为高校男性大学生，包括体育专业篮球专修班及校篮球社团成员，年龄均在20周岁及以上。入选标准为近6个月内持续参与篮球训练，且能独立、规范完成罚球技术动作。研究内容、流

程及潜在风险均充分告知后，签署知情同意书。

为检验分组同质性，对两组实验对象的年龄、身高、体重及篮球训练年限进行独立样本t检验。结果显示，各项基线指标均无统计学显著性差异（ $p>0.05$ ），表明两组在实验前具备可比性（表1）。

表1. 研究对象统计（ $n=40$ ）

| 变量 | 组别 | 人数 (n) | 平均值 | 标准差 | 均值标准 误差 | t | p |
|-------------|-----|-----------|--------|-------|------------|-------|------|
| 年龄 (岁) | 对照组 | 20 | 21.85 | 1.226 | 0.274 | -0.12 | .903 |
| | 实验组 | 20 | 21.9 | 1.447 | 0.324 | | |
| 身高 (cm) | 对照组 | 20 | 176.19 | 4.337 | 0.97 | -0.93 | .357 |
| | 实验组 | 20 | 177.62 | 5.276 | 1.18 | | |
| 体重 (kg) | 对照组 | 20 | 73.68 | 5.438 | 1.216 | -0.26 | .796 |
| | 实验组 | 20 | 74.12 | 5.119 | 1.145 | | |
| 篮球经历 (年) | 对照组 | 20 | 6.41 | 1.665 | 0.372 | -0.7 | .487 |
| | 实验组 | 20 | 6.79 | 1.599 | 0.358 | | |

2.2 研究设计

本研究采用实验对照设计，系统检验节奏性篮球投篮训练对罚球表现的影响。训练方案为期6周，每周进行2次训练，每次45分钟，共计12次干预课程。训练周期的设定参考相关研究，认为6周是短期运动干预产生效果的有效周期。特别是对于依赖节奏刺激促进感觉整合与动作自动化的训练方法，已有证据表明，在4至6周的集中干预后，可在动作习惯形成、执行一致性及沉浸体验等方面观察到明显变化。

每次训练课包含三个部分：准备活动（5分钟）、主体训练（35分钟）与整理活动（5分钟）。实验组在主体训练中应用节奏训练约30分钟，其余时间用于动作细节纠正、呼吸调节及训练过渡，确保干预内容的核心性与有效性。实验组训练使用节拍器（60-70 BPM节奏范围），结合视觉计时提示与自我言语提示等多种节奏线索，建立稳定的动作时序结构后进行罚球练习。对照组在相同条件下进行传统罚球重复训练，不施加节奏刺激。为控制环境变量，两组训练安排在同一室内场馆、相近时段，并在同一指导教师监督下完成，确保训练条件一致。

为评估训练效果，在实验前后分别测试罚球准确性。同时采用智能篮球自动采集运动学参数，使

用沉浸状态量表-2评估心理沉浸体验。具体训练日程与内容见表2。

表2. 训练日程及内容

| 周次 | 实验组训练内容 | 对照组训练内容 | 节奏刺激应用 | 备注 |
|----|-----------------------------------|----------------|--------|-------------|
| 1 | 节拍器节奏适应训练；配合节奏罚球10次×3组；前测， | 常规罚球10次×3组；前测。 | 听觉刺激 | 适应节奏，诊断初始习惯 |
| 2 | 节奏速度提升（65拍/分钟，65BPM）；保持动作流程的罚球训练。 | 自主动作流程罚球训练。 | 听觉刺激 | 强化节奏同步 |
| 3 | 听觉与语言提示结合（如“123-投”；投篮时机引导训练 | 原有习惯的罚球10次×3组。 | 听觉+发声 | 形成自我控制 |
| 4 | 视听节奏刺激；统一习惯罚球训练。 | 常规罚球训练。 | 听觉+发声 | 提升感觉整合 |
| 5 | 节奏提速（70BPM）；快速节奏下保持投篮习惯。 | 常规重复罚球训练。 | 快速听觉刺激 | 应对累积疲劳 |
| 6 | 比赛模拟场景；习惯化投篮；后测。 | 常规罚球；后测。 | 听觉刺激 | 评估实战应用 |

2.3 测量项目及方法

本研究以罚球命中率作为主要指标，系统评估节奏性篮球投篮训练对罚球准确性、动作稳定性及沉浸体验的干预效果。罚球作为篮球比赛中较少受防守干扰的静态技术动作，能够较好地反映运动员动作一致性、专注度与技术熟练度等综合能力。

罚球准确性测试采用前测-后测设计，严格遵循国际篮球联合会规则，在标准罚球线位置完成10次罚球。每次投篮后预留充足时间用于状态恢复，确保实验对象在心理稳定的条件下执行动作。罚球命中率以10次尝试中成功命中次数百分比计算，仅篮球穿过篮圈判定为有效命中。

为提升测量精度，本研究采用智能篮球作为主要数据采集工具（见图1）。该设备符合比赛标准，内置三轴陀螺仪与加速度传感器，可自动记录运动学参数，并通过蓝牙实现数据实时同步。尽管智能篮球可提供丰富的力学数据，本研究主要分析指标仍限定为罚球命中率和出手时机变异性（定义为10次罚球出手时间点的标准差）。

结果判定采用智能系统自动识别与人工确认相结合的双重验证机制，确保数据可靠性。心理沉浸

体验采用《沉浸状态量表（FSS-2）》进行评估，以自评平均分作为量化依据。测试过程中，实验对象可依个人习惯进行充分准备，隔绝外部干扰，保障测量结果的客观性。



图1. 智能传感器篮球（Info Motion Sports Technologies 94Fifty）

2.4 数据分析

本研究运用量化分析方法，系统考察节奏训练对罚球准确性、动作稳定性及沉浸体验的影响。所有数据使用IBM SPSS Statistics 26.0软件处理，具体流程包括：首先进行编码录入和缺失值异常值检验，计算描述性统计量（均值、标准差、标准误）；其次采用独立样本t检验验证组间基线可比性；最后使用双因素混合方差分析检验组别与时间变量的交互作用，显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ 。

3 研究结果

3.1 节奏运动训练对投篮准确性的影响

研究检验节奏运动训练与传统罚球训练在提升罚球准确性方面的差异。结果显示，两组训练后罚球成功率均有提升：对照组从62.1%（3.28±）提升至70.6%（6.16±），实验组从61.5%（4.02±）提升至70.0%（6.93±）。双因素混合方差分析表明，交互效应无统计学显著性（F(1,38)=0.00, p=1.00）；时间主效应具有统计学显著性（F(1,38)=90.76, p<.001）；组间主效应无显著性（F(1,38)=0.178, p=.676）。

表3. 罚球准确性的双因素混合方差分析结果 (n=40)

| 组别 | 前测 (M±SD) | 后测 (M±SD) | 总计 (M±SE) | | |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------|-------|
| 对照组 (n=20) | 62.1±3.28 | 70.6±6.16 | 66.4±1.03 | | |
| 实验组 (n=20) | 61.5±4.02 | 70.0±6.93 | 65.8±1.12 | | |
| 总计 (M±SE) | 61.8±3.63 | 70.3±6.48 | | | |
| 方差来源 | SS | df | MS | F | Sig. |
| time | 1445.000 | 1 | 1445.000 | 90.760 | <.001 |
| 组内 | | | | | |
| time×组别 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| Error | 605.000 | 38 | 15.921 | | |
| 组间 | | | | | |
| 组别 | 3.600 | 1 | 3.600 | 0.178 | .676 |
| Error | 769.300 | 38 | 20.245 | | |

3.2 节奏运动训练对动作稳定性的影响

以出手时机标准差为指标评估节奏训练对投篮动作重复稳定性的效果。结果显示,实验组出手时机标准差从0.84秒(0.05±)降至0.64秒(0.19±),对照组从0.82秒(0.05±)降至0.62秒(0.17±)。双因素混合方差分析显示,交互效应无统计学显著性($F(1,38)=0.00$, $p=1.00$);时间主效应具有统计学显著性($F(1,38)=52.15$, $p<.001$);组间主效应无显著性($F(1,38)=0.363$, $p=.550$)。

表4. 动作稳定性的双因素混合方差分析结果 (n=40)

| 组别 | 前测 (M±SD) | 后测 (M±SD) | 总计 (M±SE) | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|
| 对照组 (n=20) | 0.82±0.05 | 0.62±0.17 | 0.72±0.03 | | |
| 实验组 (n=20) | 0.84±0.05 | 0.64±0.19 | 0.74±0.03 | | |
| 总计 (M±SE) | 0.83±0.05 | 0.63±0.18 | | | |
| 方差来源 | SS | df | MS | F | Sig. |
| time | 0.840 | 1 | 0.840 | 52.145 | <.001 |
| 组内 | | | | | |
| time×组别 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| Error | 0.312 | 38 | 0.016 | | |
| 组间 | | | | | |
| 组别 | 0.004 | 1 | 0.004 | 0.363 | .550 |
| Error | 0.378 | 38 | 0.010 | | |

3.3 节奏运动训练对沉浸体验的影响

采用FSS-2量表评估节奏训练对运动员沉浸体验和专注力的影响。结果显示,实验组沉浸分数从3.0分(0.07±)提升至3.5分(0.43±),对照组从3.0分(0.11±)提升至3.4分(0.42±)。双因素混合方差分析表明,交互效应无统计学显著性($F(1,38)=0.00$, $p=1.00$);时间主效应具有统计学显著性($F(1,38)=52.86$, $p<.001$);组间主效应无显著性($F(1,38)=0.607$, $p=.441$)。

表5. 沉浸体验的双因素混合方差分析结果 (n=40)

| 组别 | 前测 (M±SD) | 后测 (M±SD) | 总计 (M±SE) | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|
| 对照组 (n=20) | 3.0±0.11 | 3.4±0.42 | 3.2±0.06 | | |
| 实验组 (n=20) | 3.0±0.07 | 3.5±0.43 | 3.3±0.06 | | |
| 总计 (M±SE) | 3.0±0.10 | 3.5±0.42 | | | |
| 方差来源 | SS | df | MS | F | Sig. |
| time | 4.232 | 1 | 4.232 | 52.865 | <.001 |
| 组内 | | | | | |
| time×组别 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| Error | 3.042 | 38 | .080 | | |
| 组间 | | | | | |
| 组别 | 0.032 | 1 | 0.032 | 0.607 | .441 |
| Error | 1.999 | 38 | 0.053 | | |

4 讨论

本研究通过严格的实验设计,实证分析了节奏训练对篮球罚球表现的影响。研究表明,为期6周的集中训练,无论是节奏训练还是传统重复训练,均能有效提升罚球准确性、动作稳定性及沉浸体验。两组在各指标上的改善幅度无显著差异,说明在有限的干预周期内,两种方法都是有效的训练手段。具体而言,实验组在节奏刺激引导下进行固定习惯训练后,罚球命中率显著提升,这说明节奏刺激有助于形成规范动作模式,提高技术执行的一致性[2]。对照组的同等进步表明,对于有训练基础的参与者,单纯的动作重复同样能有效巩固技能。在动作稳定性方面,两组出手时机变异性均显著降低,表明技术执行趋于自动化,动作习惯得到强化。该结果发现支持了系统训练优化感觉-运动整合的观点[4]。在心理层面,两组沉浸体验均有提升,但组间差异未达显著水平。这表明沉浸感可能更多受训练重复性和个体心理特征影响[11],在本研究中,节奏训练的促进作用与传统训练相当。未来研究可结合生理指标进一步探讨节奏训练对心理状态的影响机制。

本研究存在以下局限:训练周期较短,难以评估长期效果;技术应用局限于罚球场景;心理测量主要依赖自评工具。未来研究可延长干预周期,拓展技术范围,采用多指标综合评价方法。

5 结论

本研究通过为期6周的实验干预,系统检验了节奏性篮球投篮训练对罚球表现的影响。研究结果

显示,所有参与者在罚球准确性、动作稳定性和沉浸体验方面均有显著改善,但节奏训练组与传统训练组在各指标上的改善幅度未达到统计学显著性差异。结果表明,在有限的干预周期内,两种训练方法在提升罚球表现方面具有同等效力。

尽管未显示出统计上的优势,节奏训练通过多模态时序引导建立的标准化动作模式,展现出其在促进动作规范化和一致性方面的潜在价值,为篮球罚球训练提供了一条可量化、可复制的补充路径。相较于依赖主观经验模仿的传统训练方式,节奏训练可通过精确调节节拍速度、刺激类型等参数,实现个性化训练方案的精准设计,这一特点使其在篮球教学中具有应用价值。

在研究方法上,借助智能篮球的定量数据采集突破了传统人工观察的局限性,为篮球技术训练提供了更加客观、精准的评估手段。同时,本研究也提示未来可在以下方面进行深入探索:首先,扩大受试者范围,纳入不同年龄、性别和竞技水平的参与者,进一步验证节奏训练的普适性;其次,细化节奏参数设置,系统研究不同节拍梯度、多模态刺激组合的训练效果;最后,将训练场景延伸至实战环境,检验节奏训练对高压状态下技术稳定性的促进作用。

综上所述,节奏性篮球投篮训练与传统重复训练在改善罚球表现方面同样有效,其标准化、可量化的特点为体育训练研究提供了新的思路,可作为现有训练体系的有益补充,有助于推动篮球技能训练向科学化、精准化方向发展。

参考文献

- [1] 范京津.可穿戴设备中的运动传感器技术发展历程研究(1980-2023)[D].南京信息工程大学,2025.
- [2] Meyer, D. E. (2001). Consistency and automaticity in basketball performance: How elite players create micro-differences[J]. *International Journal of Sport Psychology*, 32(3), 221–234.
- [3] 张乃钰, 闫琪, 于涛. 不同球类项目运动视觉的特点、训练方法及其对运动表现的影响[J]. *体育科技文献通报*, 2025, 33(03): 55-60.
- [4] Button C, MacLeod M, Sanders R, Coleman S. (2003). Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels[J]. *Res Q Exerc Sport*, 74(3), 257-69.
- [5] Pates, J., Karageorghis, C. I., Fryer, R., & Maynard, I. (2003). Effects of asynchronous music on flow states and shooting performance among netball players[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 4(4), 415–427.
- [6] Terry, P. C., Karageorghis, C. I., Curran, M. L., Martin, O. V., & Parsons-Smith, R. L. (2020). Effects of music in exercise and sport: A meta-analytic review[J]. *Psychological Bulletin*, 146(2), 91–117.
- [7] Hamilton, G. R., & Reinschmidt, C. (1997). Optimal trajectory for the basketball free throw[J]. *Journal of Sports Sciences*, 15(5), 491–504.
- [8] 刘宇, 周治宁, 王玮, 等. 神经生物力学视角下无创脑刺激对提高人体运动能力的影响及其机制[J]. *上海体育大学学报*, 2025, 49(01): 11-27.
- [9] 赖焕春. 核心力量训练在高校篮球训练中的应用研究[J]. *湖北师范大学学报(自然科学版)*, 2024, 44(04): 80-87.
- [10] Karageorghis, C. I., & Terry, P. C. (1997). The psychophysical effects of music in sport and exercise: A review[J]. *Journal of Sport Behavior*, 20(1), 54–68.
- [11] Karageorghis, C. I., & Priest, D. L. (2012). Music in the exercise domain: A review and synthesis [J]. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5(1), 44–66.
- [12] Arazi, H., Asadi, A., & Purabed, M. (2015). The effect of listening to preferred versus non-preferred music on resistance exercise performance[J]. *Sport Sciences for Health*, 11(3), 279-284.

Copyright © 2025 by author(s) and Global Science Publishing Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access