

The Relationship Between Motor Imagery Ability and Mental Representation Structure in Basketball Players

Mahboubeh Sheikhzadeh¹ , Robabeh Rostami² , Davoud Fazeli³ 

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

E-mail: sheykhzadeh.mahbub@gmail.com

2. Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

E-mail: rostami@shirazu.ac.ir

3. Corresponding Author, Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

E-mail: d.fazeli@shirazu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received:

23 October 2022

Received in revised form:

10 March 2023

Accepted:

10 March 2023

Published online:

15 March 2023

Keywords:

Basketball,

Imagery Ability,

Mental Representation.

ABSTRACT

Introduction: Motor imagery is one of the cognitive aspects of the tasks which is investigated as a factor affecting performance in many situations. Also, another cognitive dimension of tasks that researchers believe to play an important role in motor control and performance is mental representation. This study aimed to determine the relationship between motor imagery ability and mental representation structure in basketball free throw.

Methods: The design of this research was correlational and a convenient method of sampling was used. In this study, the Motor Imagery Questionnaire-Revised and Mental Representation Software were used as tools. The motor imagery ability of 60 female basketball players was measured and 10 participants with the highest (mean age: 16.3±2.05 years) and 10 participants with the lowest (mean age: 20.3±4.9 years) imagery ability were selected. Then, their mental representation was measured using mental representation software. The relationship between motor imagery ability and mental representation was analyzed using correlational analysis.

Results: The results showed that the group with the highest motor imagery ability had a more structured mental representation which was more similar to that of criterion mental representation. Also, the results showed that there was a positive relationship between imagery and mental representation structure scores in both groups.

Conclusion: These results were interpreted using the perceptual-cognitive approach. Also, these results were considered a piece of evidence for the top-down process of imagery. Achieving these results indicate that psychological skills training accompanied by technical skills training will have a critical contribution for the athletes to success in sports

Cite this article: Sheikhzadeh, M., Rostami, R., & Fazeli. (2022). The Relationship Between Motor Imagery Ability and Mental Representation Structure in Basketball Players. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 14 (4), 69-82.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2023.350270.1685>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

Practice is mentioned as the basis of motor learning. Researchers provide different practice methods such as physical, mental, and observational practice. It is argued that cognitive forms of practice such as mental practice can enhance motor learning (Bonassi et al., 2020). However, mental practice is considered a top-down process with a more significant effect on cognitive tasks than physical tasks (Driskell, Copper, & Moran, 1994). Accordingly, there may be a relationship between mental practice and the cognitive parts of the task. One of the cognitive dimensions of the task that may have a role in movement control is mental representation (schack, 2020). It has been shown that motor imagery can enhance mental representation more effectively than physical practice (Fazeli & Moradi, 2019; Frank et al., 2014). According to these results, there may be a relationship between motor imagery and mental representation, which has not yet been investigated. According to the above-mentioned explanations, this study aimed to address the relationship between motor imagery ability and mental representation structure in basketball free throw.

Methods

Sixty females participated in this study according to a convenient method of sampling. After completing the informed consent form, they filled in the Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R) and according to their scores, 20 persons were selected from these participants (10

participants with the highest imagery ability and 10 participants with the lowest imagery ability). Then, participants' mental representation of the basketball free throw was measured using the Structural Dimensional Analysis of mental representation software. For this purpose, the action was divided into different Basic Action Concepts (BACs) according to the biomechanical rules (England et al, 2019). Then, participants should decide if these basic action concepts are related to each other when performing the free throw action. An independent sample t-test was used to compare the imagery data, and also Structural Dimensional Analysis of mental representation software was used to analyze mental representation structures.

Results

Table 1. shows the demographic information of participants. Results of the t-test showed a significant difference between the imagery ability of high and low imagery groups, $t(11.21)=7.47, p<0.001$.

Results of the Structural Dimensional Analysis of mental representation structures showed a significant cluster in the high imagery ability group. The significant structure was related to the follow-through phase of the action. However, there was no significant cluster in the mental representation of the low imagery ability group. The Adjusted Rand Index (ARI) was used to show the similarity of the mental representation of groups to a criterion structure. The mental representation of the high imagery ability group showed more similarity to the criterion structure (ARI=0.18) than the low imagery ability group (ARI=0).

Table 1. Demographic information of the participants.

Imagery information	Number of participants	Age	height	Weight
High imagery ability	10	16.3±2.057	170.40±6.93	60.70±7.86
Low imagery ability	10	20.30±4.90	174.60±6.50	66.90±12.077

Conclusion

The more structured mental representation of the high imagery ability group was considered a piece of evidence for a similar underlying mechanism of mental representation and motor imagery. As previously argued, motor imagery can be considered a top-down cognitive process with a significant effect on the cognitive part of the tasks (Holems & Calmes, 2008; Driskell et al., 1994). Also, it is argued that mental representation is a cognitive part of the task that originates from the perceptual effects of the task (Schack and Frank, 2021). According to the Cognitive Architecture Approach (CAA) of skilled action, mental representation is composed of action units (basic action concepts) formed as the results of perceptual consequences of the action. In line with these arguments and our results, it has been shown that motor imagery practice (mental practice) would result in a more structured mental representation than physical practice (Fazeli, Rostami, & Nazemzadegan, 2022; Frank et al., 2014).

Ethical Considerations :

Compliance with ethical guidelines:

All methods used in this study were approved by the Ethics Committee of the Ferdowsi University of Mashhad.

Funding:

The author(s) received no financial support for this research, authorship, and/or publication of this article.

Authors' contribution:

All authors contributed equally to this work.

Conflict of interest:

The author(s) declared no potential conflicts of interest concerning this research, authorship, and/or publication of this manuscript.

Acknowledgments:

We would like to thank all those who helped us in this study.



رشد یادگیری حرکتی ورزشی



رابطه بین توانایی تصویرسازی حرکتی و ساختار بازنمایی ذهنی در بازیکنان بسکتبال

محبوبه شیخ‌زاده^۱، ربابه رستمی^۲، داود فاضلی^۳

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: sheykhzadeh.mahbub@gmail.com

۲. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: rostami@shirazu.ac.ir

۳. نویسنده مسؤؤل، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: d.fazeli@shirazu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	زمینه: تصویرسازی حرکتی از جمله وجوه شناختی تکلیف است که در بسیاری از تکالیف به‌عنوان عاملی اثرگذار بر عملکرد بررسی می‌شود. همچنین یکی دیگر از ابعاد شناختی تکالیف که محققان عقیده دارند نقش مهمی در کنترل حرکتی و اجرای تکلیف دارد، بازنمایی ذهنی است. هدف از این تحقیق تعیین رابطه بین توانایی تصویرسازی حرکتی و ساختار بازنمایی ذهنی در تکلیف پرتاب آزاد بسکتبال بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱	روش پژوهش: روش این پژوهش از نوع همبستگی بود و از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد. در این تحقیق از پرسشنامه تصویرسازی حرکتی ویرایش‌شده و نرم‌افزار بازنمایی ذهنی به‌عنوان ابزار استفاده شد. توانایی تصویرسازی حرکتی ۶۰ بسکتبالیست زن اندازه‌گیری شد و ۱۰ نفر با بالاترین توانایی تصویرسازی (میانگین سنی ۱۶/۳ و انحراف استاندارد ۲/۰۵) و ۱۰ نفر با پایین‌ترین توانایی تصویرسازی (میانگین سنی ۲۰/۴±۳/۹) انتخاب شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار بازنمایی ذهنی، ساختار بازنمایی ذهنی آنها اندازه‌گیری شد. رابطه بین توانایی تصویرسازی ذهنی و بازنمایی ذهنی با استفاده از تحلیل همبستگی تحلیل شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۹	یافته‌ها: نتایج نشان داد که گروه با توانایی تصویرسازی بالا بازنمایی ذهنی ساختاریافته‌تری دارد و این ساختار مشابهت بیشتری با ساختار بازنمایی ذهنی معیار دارد. همچنین نتایج نشان داد که بین نمرات تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی در هر دو گروه رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۹	نتیجه‌گیری: این یافته‌ها با استفاده از دیدگاه ادراکی شناختی توجیه شدند. همچنین این نتایج به‌عنوان شاهدهی برای فرایند بالا به پایین تصویرسازی در نظر گرفته شدند. دستیابی به این نتیجه، حاکی از این است که تمرین مهارت‌های روان‌شناختی همگام با مهارت‌های تکنیکی، سهم بسیار مهمی در موفقیت ورزشی ورزشکاران خواهد داشت.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴	
کلیدواژه‌ها: بازنمایی ذهنی، بسکتبال، توانایی تصویرسازی.	

استناد: شیخ‌زاده، محبوبه؛ رستمی، ربابه؛ و فاضلی، داود (۱۴۰۱). رابطه بین توانایی تصویرسازی حرکتی و ساختار بازنمایی ذهنی در بازیکنان بسکتبال. نشریه رشد

یادگیری حرکتی ورزشی، (۴) ۱۴، ۸۲-۶۹.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2023.350270.1685>



© نویسندگان.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

یادگیری فرایندی است درونی که در اثر تمرین و تجربه، سبب ایجاد ظرفیتی جدید در اجرای یک مهارت می‌شود. این فرایند نسبتاً پایدار، به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیست و از ویژگی‌های اجرای فرد به‌دست می‌آید (ادواردز؛ ۲۰۱۰). این قابلیت می‌تواند از طریق تمرین مهارت موردنظر به‌دست آید. تحقیقات نشان داده است که تمرین‌های شناختی مانند تصویرسازی نیز می‌توانند به‌طور مؤثر یادگیری مهارت را تسهیل کنند (بوناسی^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار بر جنبه‌های شناختی مانند اضطراب و اعتمادبه‌نفس و به‌تبع آن ارتقای عملکرد استفاده شوند (نیک نسب و همکاران، ۱۴۰۰). تصویرسازی شامل استفاده از یک یا چند حس برای ایجاد یا بازآفرینی یک مهارت یا موقعیت در ذهن است (هال^۳ و همکاران، ۱۹۹۸). در ورزش، استفاده از تصویرسازی مؤلفه مهم تمرین محسوب می‌شود. بیشتر مداخلات استفاده از تصویرسازی، بر بهبود مهارت‌های ورزشی و به‌طور کلی عملکرد ورزشکاران متمرکز بوده است (مونرو^۴ و همکاران، ۲۰۱۲). هرچه ورزشکار تصویرسازی بهتری داشته باشد، احتمالاً تأثیرگذاری آن در کمک به عملکرد یا اکتساب مهارت وی بیشتر خواهد بود (سیمونسمایر^۵ و همکاران، ۲۰۱۸). تحقیقات مربوط به مداخلات تصویرسازی نشان می‌دهد که ورزشکاران با تمرین می‌توانند مهارت تصویرسازی خود را بهبود بخشند (گرگ و هال، ۲۰۱۸).

همه افراد توانایی تصویرسازی را دارند، اما تصاویر تولیدشده ممکن است از نظر کیفیت یا اثربخشی متفاوت باشند. به‌طور خاص، تصاویر ممکن است در وضوح، کنترل‌پذیری، حس حرکت، سهولت در استفاده و شکل‌گیری تصاویر متفاوت باشند. بنابراین میزان اثرگذاری تصویرسازی، به‌طور چشمگیری به توانایی فرد در شکل‌دهی تصاویر بستگی دارد (فتحی‌زاده، و همکاران، ۱۴۰۱). علاوه بر این محققان دریافته‌اند که فراوانی استفاده از تصویرسازی با عملکرد ورزشی ارتباط مثبت داشته است. برای مثال ورزشکاران در سطوح بالاتر رقابتی (دانشگاهی و ملی) نسبت به ورزشکاران در سطوح پایین‌تر (منطقه‌ای یا تفریحی) از تصویرسازی به میزان بیشتری، هم در تمرین و هم رقابت استفاده می‌کنند (هال و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به پژوهش‌های صورت‌گرفته به‌نظر می‌رسد رابطه متقابلی بین این دو متغیر (توانایی تصویرسازی و استفاده از تصویرسازی) وجود دارد. همچنین تصویرسازی به‌عنوان یک قابلیت شناختی توانایی تبدیل به یک مهارت را دارد و این مهارت به‌صورت متقابل می‌تواند توانایی تصویرسازی را تحت تأثیر قرار دهد (راجرز و همکاران، ۱۹۹۱). در اصل تصویرسازی به‌عنوان یک فرایند آفلاین در نظر گرفته می‌شود که به‌طور عمده بر بازسازی یک عمل در حافظه تکیه دارد و از آنجایی که اطلاعات آنلاینی به‌هنگام تصویرسازی حرکتی وجود ندارد، تصور بر این است که این نوع اجرا فقط بر اطلاعات حافظه‌ای تکیه دارد. بر همین اساس، در متون تحقیقاتی از تصویرسازی به‌عنوان یک فرایند شناختی از بالا به پایین یاد می‌شود (هولمز و کالمز^۶، ۲۰۰۸؛ فرانک^۷ و همکاران، ۲۰۱۴). علاوه بر این نشان داده شده است که تصویرسازی در تکالیف شناختی اثربخشی بیشتری دارد (دریسکل و همکاران، ۱۹۹۴؛ رایان و سیمونز^۸؛ ۱۹۸۳). بر این اساس، تصویرسازی یک فرایند شناختی است که احتمالاً بتواند ابعاد شناختی تکالیف را تحت تأثیر قرار دهد.

یکی از ابعاد شناختی تکالیف که محققان عقیده دارند نقش مهمی در کنترل حرکتی و اجرای تکالیف دارد (شاک، ۲۰۱۲، ۲۰۲۰)، بازنمایی حرکتی است. بازنمایی‌ها، نمادهای شناختی درونی و منعکس‌کننده جهان بیرونی‌اند (مورگان^۹؛ ۲۰۱۴). دیدگاه‌های سنتی در مورد یادگیری حرکتی عقیده دارند که یادگیری از طریق ایجاد بازنمایی‌های ذهنی قوی در حافظه ایجاد می‌شود (اشمیت^{۱۰}؛ ۱۹۷۵). این

¹ Edwards

² Bonassi

³ Hall

⁵ Munroe

⁴ Simonsmeier

⁶ Holmes & Calmes

⁷ Frank et al.

⁸ Ryan & Simons

⁹ Morgan

¹⁰ Schmidt

دیدگاه‌ها اکنون به‌روز شده‌اند و بازنمایی‌ها را به‌صورت تأثیرات ادراکی اعمال می‌بینند که برای کنترل حرکات به‌کار می‌روند (شاک، ۲۰۲۱). البته تا سال‌های اخیر به بازنمایی مانند یک مفهوم انتزاعی نگاه می‌شد که به‌صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری نبود و از آزمون‌های قلم و کاغذی یا نشان دادن تصاویر برای ارزیابی غیرمستقیم و هشیار آن استفاده می‌کردند. اما امروزه با ارائه روشی به نام آنالیز ابعادی ساختاری بازنمایی ذهنی^۱ (شاک، ۲۰۱۲، ۲۰۲۱) این شانس به‌وجود آمده است که ارزیابی عینی و ناهشیار از ساختار بازنمایی ذهنی افراد در تکالیف مختلف به‌عمل آید. با استفاده از این روش، در حمایت از اینکه بازنمایی‌ها تأثیرات ادراکی اعمال هستند، نشان داده شده است که تمرین می‌تواند بازنمایی ذهنی اعمال را دچار تغییر کند (شاک و فرانک، ۲۰۲۱). برای مثال نشان داده شده است که ساختار بازنمایی ذهنی شرکت‌کنندگان مبتدی پس از سه جلسه تمرین ضربه گلف دچار تغییر می‌شود و شکل ساختاریافته‌تری به خود می‌گیرد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین نشان داده شده است که آرایش تمرین می‌تواند بر شکل‌گیری ساختار بازنمایی ذهنی اثرگذار باشد، به‌طوری‌که تمرین تصادفی نسبت به تمرین مسدود به بازنمایی ذهنی ساختاریافته‌تری منجر خواهد شد که این ساختار بازنمایی ذهنی شباهت بیشتری با ساختار بازنمایی ذهنی افراد ماهر خواهد داشت (فاضلی و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه‌بر این شواهد تحقیقاتی، نکته مهم‌تر وجود تحقیقاتی است که نشان می‌دهند تصویرسازی حرکتی نسبت به تمرین جسمانی می‌تواند بازنمایی ذهنی را بیشتر تقویت کند و شکل ساختاریافته‌تری به آن بدهد. برای مثال در تکلیف سرویس چکشی والیبال نشان داده شد که تمرین ذهنی نسبت به تمرین جسمانی می‌تواند بازنمایی ذهنی را بیشتر تقویت کند (مرادی و فاضلی، ۱۳۹۶). این نتایج در تحقیق دیگری با تکلیفی مشابه نیز تکرار شدند (فاضلی و مرادی، ۱۳۹۸). طبق تحقیق انجام‌گرفته روی تکلیف پولاور ژیمناستیک، گروه تصویرسازی نسبت به گروه تمرین بدنی از بازنمایی ذهنی قوی‌تری در حافظه طولانی‌مدت برخوردار بود (فرانک، ۲۰۲۱). علاوه‌بر این در تکلیف ضربه گلف نشان داده شد که تمرین ذهنی این تکلیف نسبت به تمرین جسمانی آن به بازنمایی ذهنی قوی‌تر و ساختاریافته‌تری منجر خواهد شد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴). این یافته‌ها نشان‌دهنده این موضوع است که احتمالاً تصویرسازی حرکتی و بازنمایی ذهنی وجه اشتراکی دارند که این وجه اشتراک موجب تأثیر بیشتر تصویرسازی حرکتی بر بازنمایی ذهنی می‌شود (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴).

علی‌رغم این یافته‌ها تاکنون تحقیقات به مسئله ارتباط بین تصویرسازی حرکتی و ساختار بازنمایی ذهنی نپرداخته‌اند. با توجه شواهدی که به آنها اشاره شد، این احتمال وجود دارد که توانایی تصویرسازی می‌تواند بر کیفیت تصویرسازی تصویرسازی حرکتی بر ساختار بازنمایی ذهنی اثرگذار باشد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴؛ مرادی و فاضلی، ۱۳۹۶)، همچنین به‌نظر می‌رسد توانایی تصویرسازی ارتباطی با ساختار بازنمایی ذهنی داشته باشد و قابلیت ایجاد تصاویر قوی در حافظه احتمالاً به شکل‌گیری بازنمایی ذهنی قوی از عمل در حافظه کمک خواهد کرد. این فرض بر این اساس است که تصویرسازی حرکتی به‌عنوان یک فرایند شناختی در نظر گرفته می‌شود (هولمز و کالمز، ۲۰۰۸). بازنمایی ذهنی نیز به‌عنوان یک مؤلفه شناختی از حرکت در نظر گرفته می‌شود (فاضلی و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به اینکه بر اساس جست‌وجوی محققان تاکنون به این مسئله (ارتباط بین توانایی تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی) پرداخته نشده است، بررسی ارتباط این متغیرها می‌تواند حائز اهمیت باشد. به‌طور کلی بررسی این موضوع از دو جنبه نظری و کاربردی دارای اهمیت است. به لحاظ نظری، این مطالعه می‌تواند گام مهمی در راستای شناسایی و ارتباط برخی از مهم‌ترین عوامل شناختی اثرگذار در یادگیری و کنترل یک مهارت ورزشی باشد و در حیطه عمل نیز به پژوهشگران و مربیان ورزشی کمک خواهد کرد تا بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، پروتکل‌های تمرینی و آموزشی طراحی کنند. بنابراین در این تحقیق سعی بر این است رابطه احتمالی بین توانایی تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی عمل بررسی شود.

¹ Structural dimensional analysis of mental representation

² Schack

روش‌شناسی پژوهش

روش انجام پژوهش حاضر از نوع همبستگی است و در تلاش است ارتباط توانایی تصویرسازی ذهنی را بر بازنمایی ذهنی دختران بسکتبالیست، ارزیابی کند.

طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان

در این تحقیق ابتدا در بین بازیکنان بسکتبال که در مسابقات استانی سه در مقابل سه استان فارس شرکت کرده بودند، پرسشنامه توانایی تصویرسازی پخش شد. روش نمونه‌گیری به شکل در دسترس و روش پژوهش از نوع همبستگی است. در این بین ۶۰ نفر حاضر به همکاری شدند. از بین این ۶۰ نفر ۲۰ نفر انتخاب شدند. از بین این ۲۰ نفر ۱۰ نفر (میانگین ۲۱۸/۰۵ سال) افرادی بودند که بیشترین نمره تصویرسازی حرکتی را داشتند و ۱۰ نفر (میانگین ۲۰/۳±۴/۹ سال) دیگر افرادی بودند که کمترین نمره تصویرسازی را به خود اختصاص داده بودند.

ابزار

استفاده از فرم دموگرافیک: به کمک این فرم ویژگی‌های مربوط به سن شرکت‌کنندگان، قد، وزن، دست برتر، سطح و تجربه ورزشی بررسی شد.

پرسشنامه تجدیدنظرشده توانایی تصویرسازی حرکتی (سهرابی و همکاران، ۱۳۸۹): این پرسشنامه حاوی هشت سؤال است که چهار سؤال آن مربوط به مؤلفه بینایی و چهار سؤال دیگر مربوط به بخش حرکتی است که در آن از فرد خواسته می‌شود میزان وضوح تصویرسازی خود را در هریک از بخش‌ها مشخص کند. سؤالات با مقیاس هفت‌ارزشی لیکرت از دامنه بسیار واضح تا بسیار مبهم نمره‌گذاری می‌شود. ضریب آلفای کرونباخ (ثبات درونی) کل این پرسشنامه ۰/۷۳، ثبات درونی خرده‌مقیاس حرکتی ۰/۷۲ و خرده‌مقیاس بینایی ۰/۷۴ و همچنین پایایی زمانی کل ۰/۷۷ گزارش شده است.

بررسی ساختار بازنمایی ذهنی افراد با استفاده از روش آنالیز ابعادی ساختاری بازنمایی ذهنی (شاک، ۲۰۰۴) صورت گرفت. عمل موردنظر بر اساس روش‌های استاندارد به اجزای کوچکی تقسیم می‌شود که این اجزا مفاهیم پایه عمل نام دارند. در این تحقیق از مفاهیمی استفاده شد که قبلاً در تحقیقات استفاده شده بودند (انگلدن و همکاران، ۲۰۱۹؛ فاضلی و همکاران، ۱۴۰۰). در تحقیقات قبلی ۱۲ مفهوم پایه عمل برای پرتاب آزاد بسکتبال شناسایی شده است که در سه مرحله کارکردی آمادگی، عمل و ادامه حرکت تقسیم شده‌اند. مفاهیم شامل موارد زیر بودند: مرحله آمادگی شامل ۱. نگاه کردن به سبد، ۲. گرفتن توپ در دست به صورت راحت، ۳. خم کردن مفصل ران به عقب، ۴. خم کردن زانو؛ مرحله عمل شامل ۵. تغییر وزن بدن بر روی انگشتان پا، ۶. باز کردن زانو، ۷. به جلو آوردن مفصل ران، ۸. ایجاد پنجره پرتاب؛ مرحله ادامه حرکت شامل ۹. رها کردن دست راهنما، ۱۰. باز کردن آرنج، ۱۱. بالا رفتن روی سرپنجه پا، ۱۲. شکستن مچ. اجرای این آنالیز چهار مرحله را در برمی‌گیرد که به ترتیب عبارت است از: مرحله جداسازی، تعیین فاصله اقلیدسی جهت تعیین مفاهیم پایه عمل؛ مرحله دوم، آنالیز سلسله‌مراتبی برای تعیین ساختار مفاهیم پایه عمل که مرحله دسته‌بندی کردن مفاهیم نیز گفته می‌شود؛ مرحله سوم، تعیین ابعاد موجود در دسته‌های مشخص شده؛ مرحله آخر، آزمون کردن ساختارهای سلسله‌مراتبی مفاهیم جهت تغییرناپذیری درون گروهی.

¹ Basic Action Concepts

² England

روند اجرای تحقیق

تکلیفی که در این پژوهش ارزیابی شد، پرتاب آزاد بسکتبال بود که از فاصله ۴/۵۷ متری انجام می‌گیرد. در حین اجرای مسابقات استانی بسکتبال دختران ابتدا پرسشنامه اطلاعات فردی در بین افراد پخش شد. در بین این افراد ۶۰ نفر که معیارهای ورود به تحقیق را داشتند (عدم شکستگی در مفاصل فوقانی و تحتانی، محدودیت حرکتی در اندامها، دید نرمال یا نرمال شده، نداشتن سابقه بیماری که روی توانایی حرکات افراد تأثیرگذار باشد) و حاضر به همکاری بودند، انتخاب شدند. سپس افراد به صورت انفرادی و در حضور آزمونگر به تکمیل پرسشنامه تجدیدنظرشده توانایی تصویرسازی حرکتی (سهرابی و همکاران، ۱۳۸۹) پرداختند. شایان ذکر است که افراد به صورت انفرادی و در اتاقی ساکت به پرسشها پاسخ دادند. سپس ده نفر که بیشترین نمرات تصویرسازی (نمره کلی) حرکتی را به خود اختصاص داده بودند، به عنوان گروه با توانایی تصویرسازی بالا انتخاب شدند و ده نفر که کمترین نمره تصویرسازی را به خود اختصاص داده بودند، به عنوان گروه با توانایی تصویرسازی حرکتی پایین انتخاب شدند. این افراد به منظور بررسی ساختار بازنمایی ذهنی آنها نسبت به تکلیف آزاد بسکتبال آزمون آنالیز ابعادی ساختاری بازنمایی ذهنی را انجام دادند. در این مرحله که مرحله جداسازی نام دارد، برای ارزیابی ساختار بازنمایی، فرد روبه روی سیستم می‌نشیند که نرم افزار آنالیز ابعادی ساختاری بازنمایی ذهنی مفاهیم پایه عمل را به فرد نشان می‌دهد. پیش از اجرای تکلیف جداسازی آزمونگر معنی هر کدام از مفاهیم پایه عمل را به شرکت کننده توضیح می‌داد. در ادامه برای اجرای این تکلیف ابتدا یک مفهوم پایه در بالای مایتور نمایش داده می‌شد که عنوان مفهوم سردسته را داشت. سپس مابقی مفاهیم باید یکی یکی با این مفهوم مقایسه می‌شدند و شرکت کننده باید مشخص می‌کرد که آیا این مفاهیم در حین اجرای حرکت باهم مرتبطاند یا خیر. این فرایند تا جایی ادامه پیدا می‌کرد که تمام مفاهیم با هم مقایسه شوند. بر اساس این فرایند، نرم افزار فاصله اقلیدسی بین مفاهیم را ارزیابی می‌کرد و آن را به عنوان مبنایی برای فرایند تشکیل نمودار درختی ساختار بازنمایی که در ادامه توضیح داده خواهد شد، به کار می‌گرفت.

از تمامی افرادی که در این پژوهش شرکت کردند رضایت نامه فردی گرفته شد و به آنها اطمینان داده شد که اطلاعات آنها در اختیار فرد یا افراد دیگری قرار داده نخواهد شد.

روش آماری

به منظور مقایسه نمرات تصویرسازی گروهها و اطمینان از وجود تفاوت معنادار در توانایی تصویرسازی گروهها، از آزمون تی مستقل استفاده شد. به منظور ارزیابی ساختار بازنمایی ذهنی ابتدا نمودار درختی میانگین گروهی برای گروهها تشکیل شد. سپس برای آنالیز خوشه بندی سطح $\alpha=0/05$ انتخاب شد که این امر به $d_{crit}=3/44$ انجامید. ارتباط بین مفاهیمی که بالاتر از این حد بحرانی باشند (این حد بحرانی روی تصاویر به شکل یک خط قرمز مشخص شده است)، به صورت غیرمرتبط (غیرمعنادار) در نظر گرفته می‌شوند و ارتباطهایی که پایین تر از این مقدار بحرانی باشند نیز به لحاظ آماری مرتبط (معنادار) در نظر گرفته می‌شوند. به منظور مقایسه ساختار بازنمایی ذهنی گروهها با یک ساختار معیار از شاخص تعدیل شده رند (سانتوس و امبریجز، ۲۰۰۹) استفاده شد که این مقیاس نشان دهنده میزان مشابهت ساختار بازنمایی ذهنی گروهها با یک ساختار معیار است. مقدار این شاخص بین ۱ و -۱ است که عدد ۱ نشان دهنده ساختار کاملاً مشابه و عدد -۱ نشان دهنده ساختار کاملاً متفاوت است.

علاوه بر این به منظور بررسی همبستگی بین ساختار بازنمایی ذهنی گروهها و توانایی تصویرسازی، از شاخص تعدیل شده رند برای هر یک از افراد به عنوان معیاری استاندارد استفاده شد تا بین این نمره و نمرات توانایی تصویرسازی آنها همبستگی گرفته شود (کیم و همکاران، ۲۰۱۹). به منظور بررسی تفاوت بین گروهها در نمرات تصویرسازی از آزمون تی مستقل و به منظور بررسی ساختار بازنمایی ذهنی شرکت کنندگان از تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. همچنین به منظور بررسی رابطه بین نمرات تصویرسازی با ساختار بازنمایی ذهنی از

¹.Santos & Embrechts

آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. پیش از اجرای این آزمون‌ها پیش‌فرض‌های آنها از جمله نرمال بودن داده‌ها (آزمون شاپیروویک^۱- $P > 0.05$) و همگن بودن واریانس‌ها (آزمون لوین^۲- $P > 0.05$) بررسی و تأیید شد. در همه موارد آزمون‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام گرفتند.

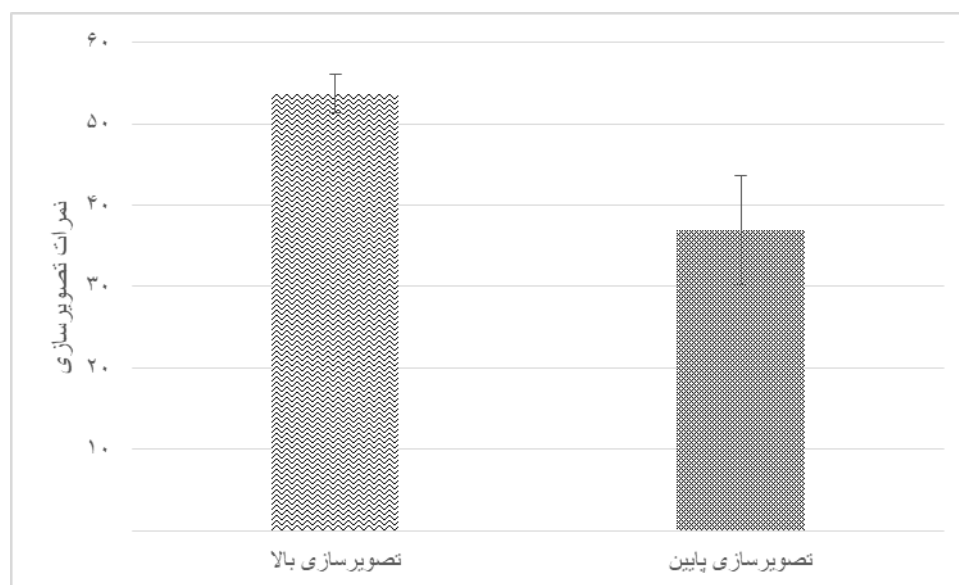
یافته‌های پژوهش

جدول ۱ داده‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان را نشان می‌دهد.

جدول ۱. داده‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان

شاخص آماری گروه‌ها	تعداد	سن	قد	وزن
میانگین	۱۰	۱۶/۳۰	۱۷۰/۴۰	۶۰/۷۰
انحراف استاندارد	۱۰	۲/۰۵۷۵۱	۶/۹۳۱۴۱	۷/۱۸۶۰۵۹
میانگین	۱۰	۲۰/۳۰	۱۷۴/۶۰	۶۶/۹۰
انحراف استاندارد	۱۰	۴/۹۰۰۱۱	۶/۵۰۱۲۸	۱۲/۰۷۷۹۹

نتایج آزمون t مستقل برای نمرات تصویرسازی نشان داد که بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد ($t(11/21) = 7/47, P < 0.01$). همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است گروه با قابلیت تصویرسازی بالا، نمرات بالاتری کسب کرده‌اند.

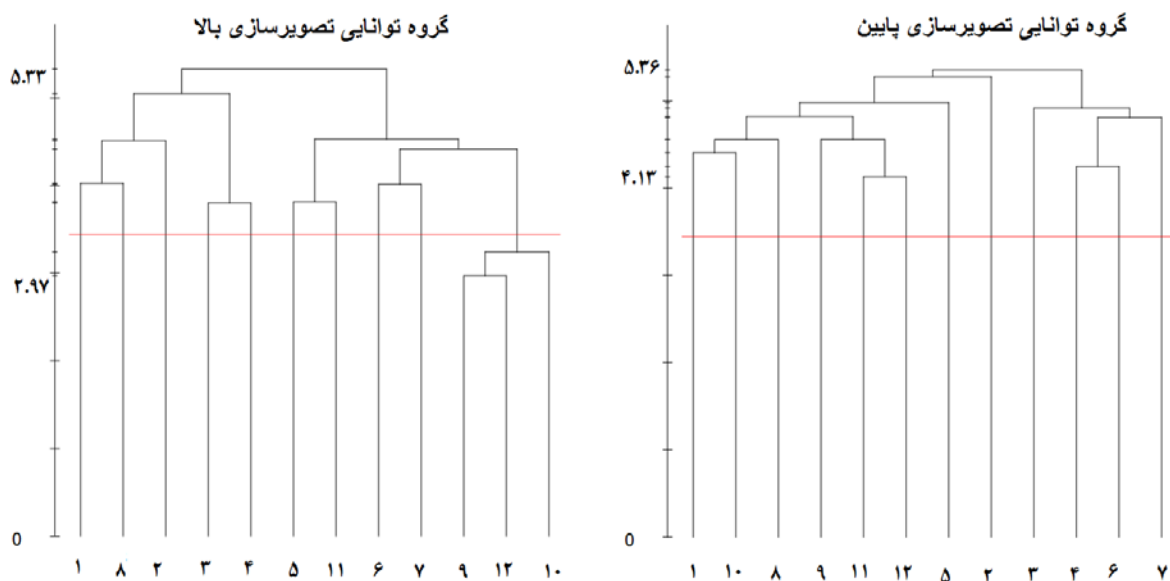


نمودار ۱. نمرات توانایی تصویرسازی گروه‌ها، شاخص خطا نشان‌دهنده انحراف استاندارد است

¹. Shapiro-Wilk

². Levin's Test

همان‌طور که نمودار ۲ نشان می‌دهد، در گروه توانایی تصویرسازی بالا یک خوشه معنادار در نمودار درختی دیده می‌شود که شامل مفاهیم ۹ (رها کردن دست راهنما)، ۱۰ (باز کردن آرنج) و ۱۲ (شکستن میچ) است که این مفاهیم با مرحله آخر حرکت (ادامه حرکت) ارتباط دارند؛ اما همان‌طور که مشخص است در ساختار بازنمایی ذهنی گروه با قابلیت تصویرسازی پایین هیچ خوشه (ساختار) معناداری وجود ندارد. به منظور مقایسه ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها با یک ساختار معیار از شاخص تعدیل‌شده رند استفاده شد که این مقیاس نشان‌دهنده میزان مشابهت ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها با یک ساختار معیار است. مقدار این شاخص بین ۱ و -۱ است که عدد ۱ نشان‌دهنده ساختار کاملاً مشابه و عدد -۱ نشان‌دهنده ساختار کاملاً متفاوت است. شاخص تعدیل‌شده رند برای گروه با توانایی تصویرسازی بالا برابر با ۰/۱۸ و برای گروه با قابلیت تصویرسازی پایین برابر با صفر بود. بر همین اساس بازنمایی ذهنی گروه با توانایی تصویرسازی بالا ساختار یافته‌تر بود و شباهت بیشتری با ساختار بازنمایی ذهنی معیار داشت.



نمودار ۲. نمودار درختی ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها

نتایج آزمون همبستگی برای گروه با توانایی تصویرسازی بالا نشان داد که رابطه مثبت و معناداری بین توانایی تصویرسازی و نمرات شاخص تعدیل‌شده رند وجود دارد ($r=0/66, n=10, P=0/03$). همچنین نتایج آزمون همبستگی برای گروه با توانایی تصویرسازی پایین نیز نشان داد که رابطه مثبت معناداری بین توانایی تصویرسازی و نمرات شاخص تعدیل‌شده رند وجود دارد ($r=0/63, n=10, P=0/049$). بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت که بین توانایی تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها رابطه مثبت معناداری وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از اجرای این تحقیق بررسی رابطه بین توانایی تصویرسازی حرکتی و ساختار بازنمایی ذهنی در بازیکنان بسکتبال بود. نتایج نشان داد افرادی که دارای توانایی تصویرسازی بالایی باشند، بازنمایی ذهنی ساختار یافته‌تری خواهند داشت که به ساختار بازنمایی ذهنی معیار

نیز نزدیک تر خواهد بود. این نتایج به نوعی نشان دهنده اهمیت نقش توانایی تصویرسازی در ایجاد بازنمایی ذهنی است. هرچند بر اساس جست و جوی محققان این اولین تحقیقی است که به بررسی این رابطه به صورت مستقیم می پردازد، اما یافته های این تحقیق با بخشی از نتایج تحقیقات قبلی همراستا هستند. برای مثال برخی محققان عقیده دارند که تصویرسازی اعمال حرکتی در اصل ایجاد یک تصویر در ذهن به صورت بازنمایی است (کاسلین، ۱۹۸۰، ۱۹۹۴). بر اساس عقیده این محققان، تصاویر ذهنی به لحاظ موقعیت مکانی در سطح عصبی سازماندهی شده اند که اجازه تولید الگوهای از فعال سازی را فراهم می کنند که ویژگی های آشکار مکانی از بازنمایی ها را در حافظه طولانی مدت فرد ایجاد می کنند (کاسلین و تامپسون؛ ۲۰۰۳). از این دیدگاه تصاویر ذهنی معادل بازنمایی در نظر گرفته می شوند. علاوه بر این استدلال ها، شواهدی وجود دارد که تصویرسازی را به عنوان یک فرایند شناختی در نظر می گیرند (هولمز و کالمر، ۲۰۰۸؛ فرانک و همکاران، ۲۰۱۴).

به اعتقاد محققان تصویرسازی فرایندی شناختی است که متکی به اطلاعات حافظه ای است، زیرا فرایندهای آنلاین بازخورد واقعی در آن درگیر نیستند و بازخورد ایجاد شده صرفاً متکی بر حافظه است. در حمایت از این استدلال نشان داده شده است اگر فرایند تصویرسازی با بازخورد آنلاین ترکیب شود، فواید بیشتری برای یادگیری دارد (فاضلی و مرادی، ۱۳۹۸؛ فرانک، ۲۰۱۴)؛ بدان معنا که نبود بازخورد آنلاین در تصویرسازی این فرایند را یک فرایند صرفاً متکی بر حافظه می کند. این فرایند متکی بر اطلاعات حافظه ای می تواند به دلیل مشابهت در مکانیزم های زیربنایی (متکی بودن به فرایند شناختی حافظه) ابعاد شناختی را به خوبی بهبود دهد.

علاوه بر این ساختار بازنمایی ذهنی به عنوان جزء شناختی اعمال در نظر گرفته می شود (شاک و فرانک، ۲۰۲۱؛ شاک، ۲۰۰۴، ۲۰۱۲). بر اساس رویکرد معماری شناختی اعمال (شاک، ۲۰۰۴)، اعمال حرکتی به صورت شبکه های بازنمایی منسجمی در حافظه بازنمایی می شوند که این بازنمایی ها از واحدهای شناختی - ادراکی (مفاهیم پایه عمل) تشکیل شده اند. بنابراین مشابه بودن ماهیت تصویرسازی و بازنمایی ذهنی می تواند دلیل احتمالی برای یافته های این تحقیق باشد. در حمایت از این دیدگاه تحقیقاتی وجود دارند که نشان دهنده تأثیر بیشتر فرایند تصویرسازی نسبت به سایر فرایندها مانند تمرین جسمانی و یا مشاهده عمل بر ساختارهای شناختی همچون بازنمایی ذهنی اند (فاضلی و همکاران، ۱۴۰۰؛ فاضلی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فاضلی و مرادی، ۱۳۹۸؛ فرانک و همکاران، ۲۰۱۴). برای مثال در تکلیف ضربه گلف نشان داده شد که تصویرسازی نسبت به تمرین جسمانی به بازنمایی ذهنی ساختاریافته تری منجر می شود که مشابهت بیشتری نیز با ساختار بازنمایی ذهنی افراد ماهر دارد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴). این نتایج در تحقیقات دیگر بر روی سرویس موجی والیبال (فاضلی و مرادی، ۱۳۹۸؛ مرادی و فاضلی، ۱۳۹۶) و پرتاب آزاد بسکتبال (فاضلی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فاضلی و همکاران، ۱۴۰۰) نشان داده شد. دلیل احتمالی در این تحقیقات برای تأثیر بیشتر تصویرسازی بر ساختار بازنمایی ذهنی بر اساس فرضیه شناختی - حرکتی (رایان و سیمونز، ۱۹۸۳) ارائه شده است. این فرضیه اعتقاد دارد که تصویرسازی تأثیر بیشتری بر تکالیف شناختی (یا جنبه شناختی اعمال) دارد. یافته های حاضر نیز به نوعی همراستا با این فرضیه است.

در پژوهش حاضر نشان داده شد که بین توانایی تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی چه در گروه با توانایی بالا و چه در گروه با توانایی پایین رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. این یافته نشان دهنده این مورد است که احتمالاً این رابطه به نوعی رابطه ای مرتبط با میزان مهارت یا تمرین نیست؛ بلکه رابطه ای است که بیشتر به ماهیت ذاتی این دو متغیر وابسته است. هرچند در تحقیق حاضر سطح مهارت افراد و سال های تجمعی تمرین ارزیابی نشد، برخی تحقیقات نشان داده اند که افراد با تجربه بیشتر و سطح مهارت بالاتر بازنمایی ذهنی قوی تری دارند (ویگلت و همکاران، ۲۰۱۱؛ بلزینگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ شاک و مچزنر، ۲۰۰۶؛ شاک و هکفورد، ۲۰۰۷). بنابراین اگر رابطه بین تصویرسازی و بازنمایی ذهنی وابسته به سطح مهارت می بود، باید فقط در گروهی که ساختار بازنمایی ذهنی بهتری دارند، این رابطه معنادار مشاهده می شد و رابطه معناداری در گروهی که ساختار بازنمایی ذهنی ضعیف تری دارند، مشاهده نمی شد. این در حالی

1. Kosslyn & Thompson

2. Mechsner

است که رابطه بین این دو متغیر در هر دو گروه معنادار بوده است که به نوعی تأییدی برای یافته‌های اولیه است که نشان می‌دهند توانایی تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی ماهیتی مشابه و مرتبط با هم دارند.

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که احتمالاً بین توانایی تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. این یافته‌ها با توجه به ماهیت مشابه این دو متغیر توجیه شدند. یافته‌های این تحقیق علاوه بر کاربرد نظری، کاربرد عملی نیز می‌تواند داشته باشند. برای مثال با توجه به اینکه ساختار بازنمایی ذهنی با سطح مهارت در ارتباط است (شاک و فرانک، ۲۰۲۱) و به نوعی می‌تواند تعیین کننده سطح مهارت افراد باشد (ولنزاس^۱ و همکاران، ۲۰۱۰)، این امکان وجود دارد که از یافته‌های این تحقیق در فرایندهای انتخاب تیم یا شناسایی استعدادها استفاده شود. با این حال این استفاده منوط به انجام تحقیقات بیشتر و حصول اطمینان از این موضوع است. پژوهش حاضر مانند هر پژوهش دیگری ضعف‌هایی دارد که با در نظر گرفتن آنها در پژوهش‌های آینده می‌توان به وضوح یافته‌ها در این حیطه کمک کرد. برای مثال در این تحقیق سطح مهارت و سابقه بازی افراد بررسی نشد. به نظر می‌رسد که قابلیت اثرگذاری تصویرسازی حرکتی با سطح مهارت افراد ارتباط داشته باشد (هولمز و کالمز، ۲۰۰۸) و توانایی تصویرسازی نیز با میزان استفاده از آن ارتباط دارد. همچنین در این پژوهش این گونه استدلال شد که ساختار بازنمایی ذهنی بهتر با سطح مهارت بالاتر ارتباط دارد، اما این موضوع به صورت مستقیم در این پژوهش بررسی نشده بود. بر همین اساس پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده به رابطه توانایی تصویرسازی و ساختار بازنمایی ذهنی با در نظر گرفتن نقش واسطه سطح مهارت و سابقه بازی پرداخته شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئول بانوان هیأت بسکتبال، مربیان و بسکتبالیست‌های دختر شرکت کننده در این پژوهش قدردانی و سپاسگزاری کنند.

References

- Edwards, W. H. (2010). Motor learning and control: From theory to practice, *Cengage Learning*.
- Bonassi, G., Lagravinese, G., Bisio, A., Ruggeri, P., Pelosin, E., Bove, M., & Avanzino, L. (2020). Consolidation and retention of motor skill after motor imagery training. *Neuropsychologia*, 143, 107472.
- Niknasab, F., Zareli, M., Fakorean, A., & Sharbatzadeh, R. (2021). Comparison of the effectiveness of mindfulness and Mental Imagery training on Cortisol levels, Anxiety, and Self-Confidence in Officer Students. *Journal of Motor Learning and Movement*, 13(2), 149-161. (In persian)
- Hall, C. R., Mack, D. E., Paivio, A., & Hausenblas, H. A. (1998). Imagery use by athletes: development of the Sport Imagery Questionnaire. *International Journal of Sport Psychology*.
- Munroe-Chandler, K. J., Hall, C. R., Fishburne, G. J., Murphy, L., & Hall, N. D. (2012). Effects of a cognitive specific imagery intervention on the soccer skill performance of young athletes: Age group comparisons. *Psychology of sport and exercise*, 13(3), 324-331.
- Simonsmeier, B. A., Frank, C., Gubelmann, H., & Schneider, M. (2018). The effects of motor imagery training on performance and mental representation of 7-to 15-year-old gymnasts of different levels of expertise. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 7(2), 155.

¹. Velentzas, Heinen, Tenenbaum

- Gregg, M. and C. Hall (2018). "Imagery as a skill: Longitudinal analysis of changes in motivational imagery." *Imagination, Cognition and Personality* 37(4): 448-457.
- Rodgers, W., Hall, C., & Buckolz, E. (1991). The effect of an imagery training program on imagery ability, imagery use, and figure skating performance. *Journal of Applied Sport Psychology*, 3(2), 109-125.
- Holmes, P., & Calmels, C. (2008). A neuroscientific review of imagery and observation use in sport. *Journal of motor behavior*, 40(5), 433-445.
- Frank, C., Land, W. M., Popp, C., & Schack, T. (2014). Mental representation and mental practice: experimental investigation on the functional links between motor memory and motor imagery. *PloS one*, 9(4), e95175.
- Driskell, J. E., Copper, C., & Moran, A. (1994). Does mental practice enhance performance?. *Journal of applied psychology*, 79(4), 481.
- Ryan, E. D., & Simons, J. (1983). What is learned in mental practice of motor skills: A test of the cognitive-motor hypothesis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 5(4), 419-426.
- Schack, T. (2012). "Measuring mental representations." *Handbook of measurement in sport and exercise psychology*: 203-214.
- Schack, T. (2020). Mental Representation in Action: A Cognitive Architecture Approach. *Handbook of Sport Psychology*, 513-534.
- Morgan, A. (2014). Representations gone mental. *Synthese*, 191(2), 213-244. 657-661.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological review*, 82(4), 225.
- Schack, T. (2004). "Knowledge and performance in action." *Journal of Knowledge Management*.
- Schack, T., & Frank, C. (2021). Mental representation and the cognitive architecture of skilled action. *Review of Philosophy and Psychology*, 12(3), 527-546.
- Frank, C., Land, W. M., & Schack, T. (2013). Mental representation and learning: the influence of practice on the development of mental representation structure in complex action. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(3), 353-361.
- Fazeli, D., Taheri, H., & Saberi Kakhki, A. (2017). Random versus blocked practice to enhance mental representation in golf putting. *Perceptual and motor skills*, 124(3), 674-688.
- Moradi, N., & Fazeli, D. (2017). Investigation of effect of routine introduction, imagery and mixed methods on performance and mental representation of volleyball overhand float-serve. *Sport Psychology Studies (ie, mutaleat ravanshenasi varzeshi)*, 6(20), 149-168. (In persian)
- Fazeli, D., & Moradi, N. (2019). The Effect of Different Methods of Practice a Pre-Performance Routine on Mental Representation and Performance Levels of Volleyball Overhand Float-Serve. *Sport Psychology Studies (ie, mutaleat ravanshenasi varzeshi)*, 8(29), 88-104. (In persian)
- Sohrabi, M., Farsi, A. R., & Fuladian, J. (2010). Validation of the IRANIAN translation of the movement imagery questionnaire-revised.
- England, A., Brusseau, T., Burns, R., Koester, D., Newton, M., Thiese, M., & Chase, B. (2019). The cognitive structure of the basketball free throw in adolescent physical education students. *Motor control*, 23(4), 472-484.
- Fazeli, D., Rostami, R., & Nazemzadegan, G. (2022). Effect of Motor Imagery and Action Observation on Mental Representation and Movement Accuracy of Basketball free Throw. *Sport Psychology Studies (ie, mutaleat ravanshenasi varzeshi)*, 10(38), 23-42. (In persian)
- Santos, J. M., & Embrechts, M. (2009, September). On the use of the adjusted rand index as a metric for evaluating supervised classification. In International conference on artificial neural networks (pp. 175-184). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kim, T., Park, H., & Schack, T. (2019). A functional link between mental representation in long-term memory and cognitive performance in working memory. *Advances in cognitive Psychology*, 15(1), 11.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and mind*. Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M., & Pylyshyn, Z. (1994). Image and brain: The resolution of the imagery debate. *Nature*, 372(6503), 289-289.

- Kosslyn, S. M., & Thompson, W. L. (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery?. *Psychological bulletin*, 129(5), 723.
- Fazeli, D., Abdollahi, M. H., & Kooroshfard, N. (2020). Effect of Practice Arrangement on Mental Representation of Basketball Free Throw. *Sport Psychology Studies (ie, mutaleat ravanshenasi varzeshi)*, 9(32), 141-160.(In persian)
- Bläsing B, Tenenbaum G, Schack T. The cognitive structure of movements in classical dance. *Psychology of Sport and Exercise*. 2009;10(3):350-60
- Schack, T., and D. Hackfort. (2007). An action theory approach to applied sport psychology. In *Handbook of sport psychology*, ed. G. Tenenbaum and R.C. Eklund, 3rd ed., 332–351. Hoboken: Wiley
- Schack, T., & Mechsner, F. (2006). Representation of motor skills in human long-term memory. *Neuroscience letters*, 391(3), 77-81.
- Schack, T. (2004). The cognitive architecture of complex movement. *International journal of sport and exercise psychology*, 2(4), 403-438.
- Weigelt, M., Ahlmeyer, T., Lex, H., & Schack, T. (2011). The cognitive representation of a throwing technique in judo experts—technological ways for individual skill diagnostics in high-performance sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 12(3), 231-235.
- Velentzas, K., Heinen, T., Tenenbaum, G., & Schack, T. (2010). Functional mental representation of volleyball routines in German youth female national players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22(4), 474-485.
- Fathizadeh, A., Sohrabi, M., Saberi Kakhaki, A., (2022). Effect of Imagining the Strategy of Play and Imagining the Motor Skill on Youths' Sport Performance in Karate. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*. (In persian)