

The Role of Sleep in Consolidating Motor Memory of Explicit and Implicit Tasks: A Narrative Review

Ehsan Vafaei Noghabi



PhD Student, Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Hamidreza Taheri Torbati*



Professor, Motor Behavior Department, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Vahid Jahedi



PhD Student, Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Mersad Khodashanas



PhD Student, Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Background and Aim:

Motor skill learning occurs both during practice and in the period of no practice between training sessions. In contrast to learning that happens during practice and acquisition, known as online learning, another type of learning that takes place between practice sessions is referred to as offline learning. Offline learning, also known as memory consolidation, can lead to increased resistance to interference, stabilization, or even improvement of performance. It appears that memory consolidation can occur in different states of consciousness, such as wakefulness or sleep. An important question regarding motor memory consolidation is whether sleep facilitates motor memory consolidation or not. Despite numerous studies and various hypotheses about the role of sleep in memory consolidation, it is still debated whether sleep is necessary for the process of motor memory consolidation. Therefore, answering this question may only be possible by considering an appropriate classification. Since motor memory encoding can occur both implicitly and explicitly, the encoding conditions may serve as a general classification suitable to answer this question; however, other aspects, particularly specific task conditions, should also be taken into account.

This review article examines the role of sleep in the consolidation of

*** Corresponding Author:** hamidtaheri@um.ac.ir

motor memory for explicit and implicit tasks. The main question of this review is whether classifying tasks based on encoding conditions into explicit and implicit types can help determine the role of sleep in motor memory consolidation.

Research Method:

In this narrative review, scientific articles were searched using the databases "Google Scholar," "PubMed," "Science Direct," and "Web of Science." The keywords used were "consolidation," "explicit task," "implicit task," "explicit learning," "implicit learning," and "sleep." The specific search strategy in the databases was as follows:

((((Consolidation) OR (memory consolidation) OR (motor memory consolidation)) AND ((implicit learning) OR (explicit learning) OR (implicit task) OR (explicit task)) AND (sleep))

The inclusion and selection criteria for this review article were based on methodological and clinical factors such as the population studied and the type of intervention used in the articles. Using this method, a total of 120 articles were extracted by reviewing the titles. After screening the abstracts and applying exclusion criteria, which included topics outside the scope of the review, 42 articles were selected. Finally, after examining the full texts, 25 relevant articles were chosen and used in this review article.

Findings:

In this review article, by classifying tasks based on the type of memory encoding into explicit and implicit, the role of sleep in motor memory consolidation was examined using 25 selected studies. Overall, the results indicate that the role of sleep in consolidating explicit tasks depends on various factors. These include task complexity, whether the task is discrete or continuous, whether fine or gross motor muscles are involved, and the type of memory representation of the tasks. These factors must be considered when investigating the role of sleep in motor memory consolidation. Therefore, explicit encoding conditions alone cannot determine the role of sleep in motor memory consolidation.

Regarding implicit tasks, most evidence suggests that implicit encoding conditions make motor memory consolidation in implicit tasks dependent on the passage of time. Although some studies reported conflicting results, it should be noted that these studies had doubts about the implicit nature of the task encoding. Subsequent investigations contradicted those findings and showed that the encoding in the mentioned studies was actually explicit. Therefore, it can be generally accepted that consolidation of implicit motor tasks occurs without the necessity of sleep.

In conclusion, both explicit and implicit encoding conditions (awareness of the task) play a key role in determining the role of sleep in motor memory consolidation.

Discussion and Conclusion:

This review aimed to answer the question of whether sleep plays a role in motor memory consolidation or not. To do so, tasks were classified based on encoding conditions into implicit and explicit types. The findings indicated that classifying tasks into explicit and implicit categories is suitable for examining the role of sleep in motor memory consolidation for implicit tasks but not appropriate for explicit tasks.

This article can serve as a useful reference for future research in the field of motor memory consolidation and the effects of sleep, providing a foundation for further studies and helping to clarify post-practice needs of explicit and implicit tasks.

The review did not address the role of different sleep stages, emotional components, or individual differences. Given the extensive data in each of these areas, each represents an opportunity for future research.

Keywords: Offline learning; Explicit learning; Implicit learning

نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار و ضمنی: یک مرور روایتی

دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

احسان وفائی نوقابی 

استاد گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

حمیدرضا طاهری تربتی*



دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

وحید جاهدی 

دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

مرصاد خداشناس 

زمینه و هدف

یادگیری مهارت‌های حرکتی هم طی تمرین و هم در دوره بی‌تمرینی بین جلسات تمرین رخ می‌دهد. در برابر یادگیری که در حین تمرین و اکتساب رخ می‌دهد که به‌عنوان یادگیری آنلاین در نظر گرفته می‌شود، از نوع دیگر یادگیری که در بین جلسات تمرینی رخ می‌دهد، به‌عنوان یادگیری آفلاین یاد می‌شود. یادگیری آفلاین که به‌منزله تحکیم حافظه نیز شناخته می‌شود، می‌تواند به افزایش مقاومت در برابر تداخل، تثبیت یا حتی بهبود عملکرد متجر شود. به‌نظر می‌رسد که تحکیم حافظه می‌تواند در حالت‌های مختلف هوشیاری مانند بیداری یا خواب رخ دهد. سؤال مهمی که در خصوص تحکیم حافظه حرکتی مطرح می‌شود این است که آیا خواب سبب تحکیم حافظه حرکتی می‌شود یا

خیر؟ با وجود پژوهش‌های متعدد صورت گرفته و همچنین فرضیه‌های مختلف مطرح شده در خصوص نقش خواب در تحکیم حافظه، اینکه خواب لازمه فرایند تحکیم حافظه حرکتی است یا خیر، هنوز مورد بحث است. بنابراین به این پرسش، شاید فقط با در نظر گرفتن یک طبقه‌بندی مناسب بتوان پاسخ داد. از آنجایی که رمزگذاری حافظه حرکتی می‌تواند هم به صورت ضمنی و هم آشکار رخ دهد، شاید شرایط رمزگذاری طبقه‌بندی کلی مناسبی برای پاسخ به این پرسش باشد؛ اما باید در نظر داشت که در این طبقه‌بندی کلی جنبه‌های دیگر به‌ویژه شرایط ویژه تکلیف را نیز باید بررسی کرد.

در این مقاله مروری نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار و ضمنی بررسی شده است. در واقع سؤال این مقاله مروری این است آیا طبقه‌بندی کردن تکالیف بر اساس شرایط رمزگذاری به دو نوع آشکار و ضمنی، می‌تواند به تعیین نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی کمک کند یا خیر؟

روش پژوهش

در این تحقیق مروری روایتی، برای جست‌وجوی مقالات علمی از پایگاه‌های داده "google scholar"، "Pubmed"، "Science Direct" و "Web of Science" استفاده شد. کلیدواژه‌های مدنظر تحکیم، تکلیف آشکار، تکلیف ضمنی، یادگیری آشکار، یادگیری ضمنی و خواب بودند. راهبرد خاص جست‌وجو در پایگاه‌های داده به این صورت بود:

((((Consolidation) OR (memory consolidation) OR (motor memory consolidation)) AND ((implicit learning) OR (explicit learning) OR (implicit task) OR (explicit task)) AND (sleep))

معیارهای ورود و انتخاب مورد استفاده در این مقاله مروری بر اساس عوامل روش‌شناختی و بالینی مانند معیارهای جمعیت مورد بررسی و نوع مداخله استفاده شده در مقاله بود. با این روش با بررسی عناوین مقالات ۱۲۰ مقاله استخراج شد. پس از مطالعه چکیده این مقالات، با توجه به معیارهای خروج از تحقیق که شامل موضوعات خارج از بحث بود، ۴۲ مقاله انتخاب شد. پس از مطالعه متن این مقالات در نهایت ۲۵ مقاله مرتبط

با موضوع برگزیده و در این مقاله مروری از آنها استفاده شد.

یافته‌ها

در این مقاله مروری با تفکیک تکالیف بر اساس شیوه رمزگذاری در حافظه به دو نوع آشکار و ضمنی، به بررسی نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی پرداخته شد. بدین منظور از ۲۵ مقاله برگزیده استفاده شد. به صورت کلی نتایج نشان داد که نقش خواب در تحکیم تکالیف آشکار به عوامل مختلفی بستگی دارد. میزان پیچیدگی تکلیف، مجرد یا مداوم بودن تکلیف، ظریف یا درشت بودن عضلات درگیر در تکلیف و نوع بازنمایی حافظه ای تکالیف از جمله این عوامل هستند. این عوامل باید هنگام بررسی نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی در نظر گرفته شوند. بنابراین شرایط رمزگذاری آشکار، نمی تواند به تنهایی تعیین کننده نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی باشد. در خصوص تکالیف ضمنی نیز به صورت کلی و با در نظر گرفتن بیشتر شواهد به نظر می رسد که شرایط رمزگذاری ضمنی سبب می شود که تحکیم حافظه حرکتی در تکالیف ضمنی وابسته به گذر زمان باشد. با اینکه نتیجه برخی پژوهش ها با این یافته کلی مغایر بود، اما باید توجه داشت که در این پژوهش ها در شیوه رمزگذاری تکلیف یعنی ضمنی بودن رمزگذاری تردید وجود داشت، که بررسی های بعدی یافته های آنها را نقض کرد و نشان داد که در پژوهش های یادشده شیوه رمزگذاری از نوع آشکار بوده است. بنابراین تحکیم تکالیف حرکتی ضمنی بدون نیاز به وجود خواب را به عنوان یافته کلی در تکالیف ضمنی می توان پذیرفت. در نتیجه شرایط رمزگذاری آشکار و ضمنی (آگاهی از تکلیف) بر تعیین نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی نقش کلیدی دارد.

بحث و نتیجه گیری

در این مقاله مروری در پی پاسخ به این پرسش بودیم که آیا خواب در تحکیم حافظه حرکتی نقش دارد یا خیر؟ بدین منظور تکالیف بر اساس شرایط رمزگذاری به دو نوع ضمنی و آشکار طبقه بندی شدند. یافته ها نشان داد که طبقه بندی کردن تکالیف به دو دسته

آشکار و ضمنی برای بررسی نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی برای تکالیف ضمنی مناسب و برای تکالیف آشکار نامناسب است. این مقاله می‌تواند به عنوان مرجع مفیدی برای تحقیقات آینده در زمینه تحکیم حافظه حرکتی و تأثیرات خواب در نظر گرفته شود و زمینه ساز پژوهش‌های بیشتری در این حوزه باشد و به مشخص کردن نیازهای پس از تمرین تکالیف آشکار و ضمنی کمک کند. در این مقاله مروری نقش مراحل مختلف خواب، مؤلفه‌های هیجانی و تفاوت‌های فردی بررسی نشد. با توجه به گستردگی داده‌ها در هریک از این موضوعات، هر کدام از این موارد می‌تواند فرصتی برای پژوهش باشد.

واژه‌های کلیدی: یادگیری آفلاین، یادگیری آشکار، یادگیری ضمنی.

مقدمه

یادگیری مهارت‌های حرکتی تنها محدود به مرحله اکتسابی که با تمرین اتفاق می‌افتد، نیست. نشان داده شده است که فرایندهای یادگیری هم طی تمرین و هم در دوره بی‌تمرینی بین جلسات تمرینی رخ می‌دهد. یادگیری‌ای که در دوره بی‌تمرینی بین جلسات تمرینی رخ می‌دهد، به عنوان تحکیم شناخته می‌شود و می‌تواند به افزایش مقاومت در برابر تداخل، تثبیت یا حتی بهبود عملکرد منجر شود (۱). به نظر می‌رسد که تحکیم می‌تواند در حالت‌های مختلف هوشیاری مانند بیداری یا خواب رخ دهد (۲). در این میان پژوهش‌های متعددی به نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی پرداخته‌اند (۲-۱۵). چندین فرضیه نیز در خصوص اینکه چگونه خواب می‌تواند سبب تقویت تحکیم حافظه در سطوح سیستمی، سیناپسی و مولکولی شود، ارائه شده است. همه این فرضیه‌ها احتمالاً در این نظر مشترک‌اند که با خواب، مغز در سطح عمومی «بازنشانی» می‌شود تا مسیرهای حافظه‌ای انتخاب شده، پالایش و تقویت شده تا چیزهایی که باید نگهداری شوند، تحکیم گردند (۱۶).

با وجود پژوهش‌های متعدد صورت گرفته و همچنین فرضیه‌های مختلف مطرح شده در خصوص نقش خواب در تحکیم حافظه، اینکه خواب لازمه فرایند تحکیم حافظه حرکتی است یا خیر، هنوز مورد بحث است (۲). اگرچه تصور بر این است که خواب سبب تحکیم حافظه حرکتی می‌شود، اما محرومیت از خواب لزوماً به عدم تحکیم منجر

نمی‌شود (۱۷). این یافته‌های متناقض گاهی به این واقعیت نسبت داده می‌شود که تحکیم، یادگیری حرکتی، حافظه و همچنین خواب اصطلاحات عمومی برای فرایندهای مختلف عصبی است که تا به امروز به صورت مبهم درک شده‌اند. بنابراین در حال حاضر پاسخ به این پرسش که آیا خواب موجب تحکیم حافظه حرکتی می‌شود یا خیر، شاید فقط با در نظر گرفتن یک طبقه‌بندی مناسب قابل پاسخ باشد (۴). از آنجایی که رمزگذاری حافظه حرکتی می‌تواند هم به صورت ضمنی و هم به صورت آشکار رخ دهد (۱۸)، شاید شرایط رمزگذاری طبقه‌بندی کلی مناسبی برای پاسخ به این پرسش باشد؛ اما باید در نظر داشت که در این طبقه‌بندی کلی جنبه‌های دیگر به‌ویژه شرایط ویژه تکلیف را باید بررسی کرد. شایان توضیح است که رمزگذاری، تحکیم و بازیابی به ترتیب سه فرایند مختلف مرتبط با حافظه است (۱۹). با توجه به اینکه تکالیف آشکار و ضمنی به ترتیب دارای شرایط رمزگذاری آشکار و ضمنی‌اند، این طبقه‌بندی کلی در این مقاله مروری در نظر گرفته شده، البته با وجود این طبقه‌بندی کلی به برخی شرایط ویژه تکلیف نیز پرداخته شده است. تحقیقات مرتبط با تکالیف آشکار ضربه زدن متوالی انگشت^۱ گزارش کرده‌اند که تحکیم وابسته به خواب است (۲۰). در مقابل نسخه‌های ضمنی تکلیف زمان واکنش سریالی^۲ و نسخه اصلاح‌شده آن یعنی تکلیف زمان واکنش سریالی تناوبی^۳ نشان داده‌اند که تحکیم وابسته به گذر زمان است (۷، ۲۱، ۲۲). از طرفی در برخی پژوهش‌ها با در نظر گرفتن برخی جنبه‌های تکالیف آشکار و ضمنی، شرایط متفاوتی برای تحکیم ذکر شده است (۸، ۲۳، ۲۴). بنابراین نقش خواب در تحکیم تکالیف حرکتی آشکار و ضمنی بحث‌برانگیز باقی مانده است. به نظر می‌رسد که تحکیم فرایند واحدی نیست، بلکه مجموعه‌ای از سازوکارهای متعدد است که می‌توانند به خواب یا گذر زمان وابسته باشند. در این مقاله مروری نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار و ضمنی بررسی شده است. در واقع سؤال این است آیا طبقه‌بندی کردن تکالیف بر اساس شرایط رمزگذاری به دو نوع آشکار و ضمنی، می‌تواند به تعیین نقش خواب در تحکیم حافظه

1. sequential finger-tapping (SFT)

2. serial reaction time (SRT)

3. alternating serial reaction time (ASRT)

حرکتی کمک کند یا خیر؟ با پاسخ به این پرسش می‌توان نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی را حداقل از جنبه شیوه رمزگذاری تکالیف شفاف تر توضیح داد.

روش

برای یافتن مقالات مرتبط با موضوع ابتدا با ترکیب‌های مختلف کلیدواژه‌های تحکیم، تکلیف آشکار، تکلیف ضمنی، یادگیری آشکار، یادگیری ضمنی و خواب جست‌وجو در پایگاه‌های داده google scholar، Pubmed، Science Direct و Web of Science انجام شد. مقالات به زبان انگلیسی و بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۴ مدنظر بود. با بررسی عنوان مقالات در مجموع ۱۲۰ مقاله استخراج شد. پس از حذف مقالات تکراری، چکیده مقالات مطالعه شد. با توجه به چکیده، مقالاتی که به نقش خواب پرداخته بودند، یا تحکیم در مهارت‌های غیرحرکتی را بررسی کرده بودند، یا به مبانی عصبی‌شناختی تحکیم پرداخته بودند، یا به بررسی نقش مراحل خواب در تحکیم حافظه حرکتی پرداخته بودند و یا نقش مؤلفه‌های هیجانی را بررسی کرده بودند، حذف شدند. پس از این فرایند ۴۲ مقاله باقی ماند. در نهایت، با مطالعه متن کامل این مقالات ۲۵ مقاله نهایی تعیین و در این پژوهش از آنها استفاده شد.

یافته‌ها

فرایند حافظه را می‌توان به سه مرحله رمزگذاری، تحکیم و بازیابی تقسیم کرد (۱۹). برخی پژوهش‌ها بیانگر آن است که نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی از طریق شرایط رمزگذاری تعدیل می‌شود (۹). رمزگذاری حافظه رویه‌ای هم به صورت ضمنی و هم به صورت آشکار رخ می‌دهد. از این رو با تفکیک تکالیف بر اساس شیوه رمزگذاری به دو نوع آشکار و ضمنی، به بررسی نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی خواهیم پرداخت.

نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار

پژوهش‌های مختلفی به نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار پرداخته‌اند. بیشترین وابستگی تحکیم به خواب برای تکلیف آشکار ضربه زدن متوالی انگشت دیده

شده است. به نظر می‌رسد خواب نقش مهمی در تحکیم تکالیف آشکار دارد (۱). برای مثال نشان داده شده است که مهارت ضربه زدن متوالی انگشت در اولین شب خواب پس از تمرین به بالاترین درجه می‌رسد. حتی خواب شبانه اضافی نیز به بهبودهای مستمر منجر می‌شود (۲۵). با این حال در این تکلیف توالی‌ها کوتاه و مشخص‌اند. بنابراین نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی شاید به قطعیت، پیچیدگی و سایر جنبه‌های دیگر تکلیف نیز بستگی داشته باشد.

از نظر پیچیدگی تکلیف نشان داده شده است که در یک تکلیف ضربه زدن متوالی انگشت بهبود با خواب در توالی‌های طولانی‌تر و در تکالیف دودستی وجود داشت. اما بهبود با خواب در شرایطی که توالی‌ها کوتاه یا با الگوهای حرکتی منظم و تکلیف به شکل تک‌دستی بود، وجود نداشت (۲۶، ۲۷). همچنین با توجه به اینکه طبق برخی شواهد تکالیف مجرد مانند تکلیف ضربه زدن متوالی انگشت و تکلیف زمان واکنش سریالی، پیچیده‌تر از تکلیف مداوم مانند تکالیف ردیابی است، نشان داده شده است که خواب برای تحکیم یک تکلیف مداوم ضروری نیست، اما برای یک تکلیف مجرد ضروری است (۸). حتی نقش خواب در تحکیم تکالیف پیچیده ظریف و درشت نیز متفاوت است. نشان داده شده است که تکالیف آشکار پیچیده درشت با نیازهای شناختی بالا، مانند حرکات متوالی دوطرفه بازو، شعبده‌بازی یا راه رفتن با شمارش اغلب از خواب سود می‌برند (۱۷). اما در یک مهارت حرکتی آشکار پیچیده ظریف پس از گذشت ۲۴ ساعت از کسب مهارت، تحکیم رخ داد، ولی پس از یک فاصله کوتاه‌تر ۱۲ ساعته همراه با خواب تحکیم رخ نداد (۲۸). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط رمزگذاری آشکار، تحکیم تکالیف پیچیده درشت وابسته به خواب بوده، اما تحکیم تکالیف پیچیده ظریف علاوه بر خواب به گذر زمان نیز وابسته است که در پژوهش ذکر شده تحکیم نیازمند گذر زمان بیش از ۱۲ ساعت است. از دیدگاهی دیگر تکالیف آشکار قابل تفکیک به دو نوع بازنمایی حافظه‌ای متمایز حرکتی و فضایی (هدف حرکت) است. در پژوهشی با استفاده از تصویربرداری عصبی نشان داده شد که در تکالیف آشکار هیپوکامپ با بازنمایی‌های فضایی و جسم مخطط با بازنمایی‌های حرکتی مرتبط‌اند. در ادامه نیز بیان شد که تنها فعالیت‌های هیپوکامپ مرتبط با تحکیم حافظه

وابسته به خواب است (۲۹). از این رو می‌توان گفت که در تکالیف آشکار تحکیم بازنمایی‌های فضایی به خواب و تحکیم بازنمایی‌های حرکتی به گذر زمان وابسته است (۳۰). به صورت مشابه با تفکیک تکلیف آشکار ضربه زدن متوالی انگشت به جنبه ادراکی (مبتنی بر هدف) و حرکتی (مبتنی بر عضله) نشان داده شده است که تحکیم جنبه ادراکی تکلیف در خواب و تحکیم جنبه حرکتی تکلیف در بیداری بیشتر است (۲۳، ۳۱). به صورت کلی این نتایج نشان می‌دهد نقش خواب در تحکیم تکالیف آشکار به عوامل مختلفی بستگی دارد. میزان پیچیدگی تکلیف (۲۶، ۲۷)، مجرد یا مداوم بودن تکلیف (۸)، ظریف یا درشت بودن عضلات درگیر در تکلیف (۱۷، ۲۸) و نوع بازنمایی حافظه‌ای تکالیف (۲۳، ۲۹-۳۱) از جمله این عوامل هستند که در این بخش به آنها پرداخته شد. این عوامل باید هنگام بررسی نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی در نظر گرفته شوند. بنابراین شرایط رمزگذاری آشکار، نمی‌تواند به تنهایی تعیین‌کننده نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی باشد.

نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف ضمنی

پژوهش‌های متعددی به بررسی نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف ضمنی مختلف پرداخته‌اند. نتایج برخی تحقیقات در تکالیف ضمنی زمان واکنش سریالی و زمان واکنش سریالی تناوبی نشان می‌دهد که تحکیم در طول خواب و بیداری مشابه است. در تحقیق سونگ و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از تکلیف ضمنی زمان واکنش سریالی تناوبی شرکت‌کنندگان بزرگسال در سه جلسه با یک دوره بیداری یا خواب بین جلسات آزمایش شد. نتایج نشان داد که خواب نقشی در تحکیم این تکالیف نداشته است (۷). نمت و همکاران (۲۰۱۰) نیز نتایج مشابهی را در شرکت‌کنندگان سالمند و جوان با روش مشابه یافتند (۳۲). شایان ذکر است که تکلیف زمان واکنش سریالی یک تکلیف پیچیده و تکلیف زمان واکنش سریالی تناوبی یک تکلیف احتمالی قلمداد می‌شود. از این رو تحکیم تکالیف ضمنی ممکن است به نوع، قطعیت، پیچیدگی و جنبه‌های دیگری از تکلیف نیز بستگی داشته باشد. بنابراین به بررسی این عوامل احتمالی تأثیرگذار در نقش خواب در

تحکیم تکالیف ضمنی خواهیم پرداخت.

با اینکه طبق برخی تحقیقات تکالیف مجرد پیچیده‌تر از تکالیف مداوم هستند، اما این تفاوت در پیچیدگی سبب نمی‌شود که خواب در تحکیم تکالیف ضمنی مداوم و مجرد نقش متفاوتی ایفا کند. گزارش شده است که تحکیم هر دو نوع تکلیف ضمنی مجرد و مداوم مستقل از خواب است (۳۳). همچنین تحکیم حافظه حرکتی در شرایط ضمنی علاوه بر تکالیف پیچیده ظریف، در تکالیف پیچیده درشت مانند پرش عمودی و دوچرخه‌سواری معکوس نیز وابسته به گذر زمان است (۹، ۱۳). همچنین برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در تکالیف زمان واکنش سریالی شرطی مرتبه اول^۱ و شرطی مرتبه دوم^۲ که شرایط احتمالی متفاوتی دارند، تحکیم با و بدون خواب مشابه و گذر زمان مؤلفه‌ای اساسی است (۳۴). شایان توضیح است که در توالی شرطی مرتبه اول هر عنصر در توالی می‌تواند عنصر بعدی را با درجات احتمالی متفاوت پیش‌بینی کند، اما در توالی شرطی مرتبه دوم هر عنصر در توالی پیش‌بینی‌کننده عنصر بعدی نیست، بلکه ترکیب یک عنصر با عنصر بعدی می‌تواند عنصر سوم را پیش‌بینی کند (۳۴). با اینکه برخی تحقیقات نشان داده‌اند که خواب می‌تواند به تحکیم یک توالی شرطی مرتبه دوم منجر شود، اما باید توجه کرد که در این پژوهش‌ها از انواع نشانه‌های زمینه‌ای مانند شنوایی یا بویایی استفاده شده بود. از آنجا که نشانه‌های زمینه‌ای می‌تواند یک جزء حافظه رویدادی را به این تکلیف اضافه کند، به هیپوکامپ وابسته است و تحکیم وابسته به خواب ایجاد می‌کند (۳۵-۳۷). برخی پژوهش‌ها با نشان دادن اینکه تحکیم در تکالیف ضمنی زمینه‌ای وابسته به خواب و در تکالیف ضمنی غیرزمینه‌ای وابسته به گذر زمان است، بر این موضوع صحت گذاشته‌اند (۳۸). از جنبه‌ای دیگر نیز با تفکیک تکلیف ضمنی زمان واکنش سریالی به بازنمایی‌های فضایی (هدف حرکت) و حرکتی نشان داده شده است که تحکیم این دو نوع بازنمایی نیز مستقل از خواب است (۶). به صورت مشابه هالگاتو^۳ و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از

1. First order conditioning (FOC)
 2. Second order conditioning (SOC)
 3. Hallgato

تکلیف ضمنی زمان واکنش سریالی تناوبی به بررسی نقش خواب در تحکیم دو عامل ادراکی (هدف حرکت) و حرکتی تکلیف پرداختند و نشان دادند که در تکلیف ضمنی بررسی شده خواب در تحکیم عوامل حرکتی و ادراکی نقشی ندارد (۳۹). بنابراین همه این شواهد نشان می‌دهد خواب در تحکیم تکالیف ضمنی مؤثر نیست و تحکیم این تکالیف وابسته به گذر زمان است.

با وجود این در برخی پژوهش‌هایی که توالی ضمنی به دو جنبه متمایز خاص (دقت پاسخ) و عمومی (نگاشت محرک- پاسخ) تفکیک شده بود، نتایجی متفاوت و البته بحث‌برانگیز گزارش شد. برخی محققان با استفاده از تکالیف زمان واکنش سریالی و زمان واکنش سریالی تناوبی نشان دادند که فقط تحکیم جنبه عمومی تکلیف بدون نیاز به خواب رخ می‌دهد و در جنبه خاص تکلیف با و بدون خواب تحکیم رخ نمی‌دهد (۳۲، ۴۰-۴۲). این نتیجه به این معناست که یادگیری توالی ضمنی با و بدون خواب رخ نمی‌دهد، بلکه صرفاً شاهد سازگاری موقتی با توالی هستیم. البته در پژوهشی دیگر با بررسی دقیق‌تر این موضوع، این گزاره نقض شد. در این پژوهش به نقش خواب در تحکیم جنبه‌های خاص و عمومی تکلیف بر اساس نوع فعال‌سازی دستی یا بصری در نسخه بصری یک تکلیف ضمنی زمان واکنش سریالی^۱ پرداخته شد. نتایج نشان داد که خواب در جنبه خاص تکلیف و تنها زمانی که پاسخ دستی مورد نیاز بود، مزیت ایجاد می‌کرد، ولی در جنبه عمومی بهبودی حاصل نمی‌شد (۲۴).

به صورت کلی و با در نظر گرفتن بیشتر شواهد (۷، ۹، ۱۳، ۳۲-۳۴) به نظر می‌رسد که شرایط رمزگذاری ضمنی، سبب می‌شود که تحکیم حافظه حرکتی تکالیف ضمنی وابسته به گذر زمان باشد. با اینکه نتیجه برخی پژوهش‌های ذکر شده در این بخش (۳۵-۳۷) با یافته کلی ما مغایر است، باید توجه داشت که این پژوهش‌ها اصل یادگیری تکلیف ضمنی را زیر سؤال برده بودند، که بررسی‌های بعدی یافته‌های آنها را نقض کرد (۳۸). بنابراین تحکیم تکالیف حرکتی ضمنی بدون نیاز به وجود خواب را به عنوان یافته کلی این بخش می‌توان پذیرفت.

1. ocular variant of the serial reaction time task (O-SRT)

بحث و نتیجه گیری

هدف این مقاله مروری پاسخ به این پرسش بود که آیا خواب سبب تحکیم حافظه حرکتی می شود یا خیر؟ با توجه به اینکه رمزگذاری حافظه حرکتی می تواند هم به صورت ضمنی و هم آشکار رخ دهد، پیشنهاد شد که شاید طبقه بندی تکالیف به دو دسته آشکار و ضمنی طرح مناسبی برای پاسخ به این پرسش باشد. تحکیم حافظه حرکتی موجب پایداری و حتی بهبود مهارت های یاد گرفته شده می شود و آنها را از تأثیرات تداخل مصون می سازد (۱). از این رو بررسی شرایط مورد نیاز برای تحکیم، به ویژه بررسی نقش خواب در تحکیم ضروری به نظر می رسد. این مقاله می تواند جمع بندی مناسبی را در خصوص نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی با توجه به شرایط رمزگذاری آشکار و ضمنی ارائه دهد.

به نظر می رسد شرایط رمزگذاری آشکار و ضمنی (آگاهی از تکلیف) بر تعیین نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی نقش کلیدی دارد. اهمیت این موضوع در تحقیقات فراوانی که بیانگر این است که تحکیم تکالیف آشکار وابسته به خواب و تحکیم تکالیف ضمنی وابسته به گذر زمان و مستقل از خواب است، به خوبی نشان داده شده است (۹). اگر در نظر داشته باشیم که خواب بر ساختارهای قشری مرتبط با کارکردهای شناختی مانند لوب پیشانی تأثیر می گذارد و از طرفی آگاهی از تکلیف نیز می تواند ساختارهای قشری مغز و در درجه اول لوب پیشانی را تحت تأثیر قرار دهد، می توانیم نقش آگاهی را عمیق تر تفسیر کنیم. این ادعا می تواند این یافته را که در تکالیف آشکار تحکیم وابسته به خواب است، توضیح دهد. بر خلاف آن در تکالیف ضمنی که مرتبط با ساختارهای زیر قشری است، تحکیم به خواب وابسته نیست (۴۱).

از طرفی به نظر می رسد به جز شرایط رمزگذاری عوامل دیگری در نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار اثرگذار باشد. برای مثال پیچیدگی تکلیف یک مشخصه حیاتی است که می تواند در تعیین نقش خواب در تحکیم تکالیف آشکار اثرگذار باشد. نشان داده شده است که تحکیم تکالیف پیچیده آشکار به خواب وابسته است، ولی در تکالیف ساده این گونه نیست. یکی از دلایل این موضوع این است که مهارت های ساده تر، که تسلط بر آنها آسان تر است، قبل از خواب به یک اثر سقفی می رسند و خواب

به تحکیم آنها کمک نمی‌کند، اما در مورد تکالیف پیچیده این گونه نیست. دلیل دیگر نیز می‌تواند این باشد که تلاش‌های شناختی بیشتر در تکالیف پیچیده سبب ایجاد خستگی می‌شود که می‌تواند با خواب بازیابی شود (۱۷). همچنین یکی از استدلال‌هایی که در خصوص علت تحکیم وابسته به خواب تکالیف آشکار مجرد مطرح می‌شود، سطح دشواری و پیچیدگی این تکالیف نسبت به تکالیف آشکار مداوم است (۸). همچنین در تکالیف آشکار پیچیده ظریف که نسبت به تکالیف آشکار پیچیده درشت نواحی مغزی بیشتری درگیر می‌شود، تحکیم علاوه بر خواب به گذر زمان نیز نیازمند است. از سوی دیگر تمایز تکلیف به دو نوع بازنمایی حرکتی و فضایی (هدف حرکت) یکی دیگر از تلاش‌ها برای بررسی تحکیم تکالیف آشکار بوده است. نتایج نشان داد که در تکالیف آشکار تحکیم بازنمایی‌های فضایی وابسته به خواب و تحکیم بازنمایی‌های حرکتی وابسته به گذر زمان است. طبق نتیجه برخی تحقیقات بازنمایی‌های حرکتی وابسته به جسم مخطط و بازنمایی‌های فضایی وابسته به هیپوکامپ است. از طرفی وابستگی به هیپوکامپ می‌تواند به تحکیم وابسته به خواب منجر شود (۶). از این رو می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تکالیف آشکار بیشتر متکی به بازنمایی فضایی است. به نظر می‌رسد با این طبقه‌بندی صورت گرفته، در تکالیف آشکار تفاوت بین جنبه‌های مختلف تکالیف وجود دارد، بنابراین شرایط رمزگذاری آشکار عامل قوی در تعیین نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی نیست.

جالب توجه است که در شرایط ضمنی، تحکیم تکالیف مجرد و مداوم، ساده و پیچیده و همچنین تکالیف ظریف و درشت وابسته به خواب نیست و تنها وابسته به گذر زمان است (۱۳، ۴۳). در تکالیف ضمنی که نشانه‌های زمینه‌ای به کار رفته است، احتمالاً به این علت که پردازش اطلاعات زمینه‌ای به عملکرد هیپوکامپ متکی است، تحکیم وابسته به خواب است. در واقع نشانه‌های زمینه‌ای در این گونه تکالیف ضمنی یک جزء حافظه اخباری از نوع رویدادی ایجاد می‌کند. تمایز تکلیف به دو بازنمایی حرکتی و فضایی یکی دیگر از تلاش‌ها برای بررسی تحکیم تکالیف ضمنی بوده است. با وجود این نشان داده شد که خواب نقشی در تحکیم هیچ کدام از این دو نوع بازنمایی ندارد (۶). با توجه به اینکه بازنمایی حرکتی وابسته به جسم مخطط است و از این رو تحکیم آن وابسته به خواب

نیست، به نظر می‌رسد تکالیف ضمنی اغلب به بازنمایی حرکتی متکی باشند. از سوی دیگر بررسی تحکیم وابسته به خواب دو نوع توالی ضمنی شرطی مرتبه اول و شرطی مرتبه دوم نتوانست تحکیم وابسته به خواب متفاوتی را نشان دهد. طبق شواهد توالی شرطی مرتبه اول بیشتر از حافظه رویه‌ای و توالی شرطی مرتبه دوم بیشتر از حافظه اخباری پشتیبانی می‌کند. انتظار می‌رفت که تحکیم توالی شرطی مرتبه دوم که متکی بر حافظه اخباری است، وابسته به خواب باشد، اما این گونه نبود. یک توجیه می‌تواند این باشد که با اینکه در مرحله اکتساب درگیری هیپوکامپ در توالی شرطی مرتبه دوم لازم است، اما این درگیری ممکن است زودرس و گذرا باشد. در مرحله تحکیم ممکن است عقده‌های قاعده‌ای و قشر حرکتی برای هر دو توالی شرطی مرتبه اول و شرطی مرتبه دوم درگیر باشند. تکالیف مرتبط با درگیر شدن این نواحی عصبی بهبود وابسته به خواب ندارند (۳۴). بنابراین بر خلاف تکالیف آشکار، در تکالیف ضمنی شرایط رمزگذاری عامل قوی و تعیین کننده در مشخص کردن نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی است؛ با این توضیح که خواب در تحکیم این تکالیف نقش ندارد و تحکیم تکالیف ضمنی به گذر زمان وابسته است.

نتیجه‌گیری کلی

در این مقاله مروری در پی پاسخ به این پرسش بودیم که آیا خواب در تحکیم حافظه حرکتی نقش دارد یا خیر؟ بدین منظور تکالیف را بر اساس شرایط رمزگذاری به دو نوع ضمنی و آشکار طبقه‌بندی کردیم. در مجموع در شرایط یادگیری ضمنی، تحکیم بیشتر وابسته به گذر زمان است تا خواب. اما در شرایط یادگیری آشکار، تفاوت‌های زیادی بین انواع مختلف تکالیف و یا سایر جنبه‌های آن وجود دارد. بنابراین طبقه‌بندی تکالیف به دو دسته آشکار و ضمنی برای بررسی نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی برای تکالیف ضمنی مناسب و برای تکالیف آشکار نامناسب به نظر می‌رسد. این یافته‌ها نیازمند بررسی‌های بیشتر برای درک دقیق‌تر نقش خواب و گذر زمان بر تحکیم حافظه حرکتی اند. این مقاله می‌تواند به عنوان مرجع مفیدی برای تحقیقات آینده در زمینه تحکیم حافظه حرکتی و تأثیرات خواب در نظر گرفته شود و زمینه‌ساز پژوهش‌های بیشتری در این حوزه

باشد. همچنین نتایج این پژوهش می‌تواند به مشخص کردن نیازهای پس از تمرین تکالیف آشکار و ضمنی کمک کند.

در این مقاله مروری که به نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار و ضمنی پرداخته شد، نقش مراحل مختلف خواب در تحکیم حافظه حرکتی بررسی نشد. همچنین نقش مؤلفه‌های هیجانی درباره این موضوع در نظر گرفته نشد. نقش تفاوت‌های فردی نیز در این باره لحاظ نشد. با توجه به گستردگی موضوع هر کدام از این موارد می‌تواند فرصتی برای پژوهش باشند. همچنین در خصوص تعمیم‌پذیری نتایج این پژوهش، به نظر می‌رسد که باید به نقش هریک از عوامل ذکر شده توجه کرد.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های عاطفی و صبوری خانواده‌های نویسندگان، که قوت قلبی در جهت انجام این مطالعه و پژوهش بود، سپاسگزاریم.

حامیان مالی

این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی و پشتیبانی از نهادها و سازمان‌های دولتی و غیردولتی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

سهم مشارکت نویسندگان این مقاله مساوی است.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

- 1- Janacsek K, Nemeth D. Predicting the future: from implicit learning to consolidation. *Int J Psychophysiol*. 2012;83(2):213-21.
- 2- King BR, Hoedlmoser K, Hirschauer F, Dolfen N, Albouy G. Sleeping on the motor engram: the multifaceted nature of sleep-related motor memory consolidation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2017;80:1-22.

- 3- Morin A, Doyon J, Dostie V, Barakat M, Tahar AH, Korman M, et al. Motor sequence learning increases sleep spindles and fast frequencies in post-training sleep. *Sleep*. 2008;31(8): 56-1149.
- 4- Maltry L, Ohlendorf D, Bendels M, Groneberg DA, Mickel C. Does sleep contribute to the consolidation of motor memory? *Manuelle Medizin*. 2021;59(1):26-32.
- 5- Kvint S, Bassiri-Tehrani B, Pruski A, Nia J, Nemet I, Lopresti M, et al. Acquisition and retention of motor sequences: the effects of time of the day and sleep. *Archives italiennes de biologie*. 2011;149(3):303.
- 6- Viczko J, Sergeeva V, Ray LB, Owen AM, Fogel SM. Does sleep facilitate the consolidation of allocentric or egocentric representations of implicitly learned visual-motor sequence learning? *Learning & Memory*. 2018;25(2):67-77.
- 7- Song S, Howard JH, Howard DV. Sleep does not benefit probabilistic motor sequence learning. *Journal of Neuroscience*. 2007;27(46):12475-83.
- 8- Siengsukon CF, Al-Sharman A. Sleep promotes offline enhancement of an explicitly learned discrete but not an explicitly learned continuous task. *Nature and science of sleep*. 2011:39-46.
- 9- Robertson EM, Pascual-Leone A, Press DZ. Awareness modifies the skill-learning benefits of sleep. *Current biology*. 2004;14(3):208-12.
- 10- Rickard TC, Cai DJ, Rieth CA, Jones J, Ard MC. Sleep does not enhance motor sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2008;34(4):834.
- 11- Nettersheim A, Hallschmid M, Born J, Diekelmann S. The role of sleep in motor sequence consolidation: stabilization rather than enhancement. *Journal of Neuroscience*. 2015;35(17):6696-702.
- 12- Korman M, Doyon J, Doljansky J, Carrier J, Dagan Y, Karni A. Daytime sleep condenses the time course of motor memory consolidation. *Nature neuroscience*. 2007;10(9):1206-13.
- 13- Hoedlmoser K, Birklbauer J, Schabus M, Eibenberger P, Rigler S, Mueller E. The impact of diurnal sleep on the consolidation of a complex gross motor adaptation task. *Journal of sleep research*. 2015;24(1):100-9.
- 14- Doyon J, Korman M, Morin A, Dostie V, Tahar AH, Benali H, et al. Contribution of night and day sleep vs. simple passage of time to the consolidation of motor sequence and visuomotor adaptation learning. *Experimental brain research*. 2009;195:15-26.
- 15- Conessa A, Debarnot U, Siegler I, Boutin A. Sleep-related motor skill consolidation and generalizability after physical practice, motor imagery, and action observation. *iScience*. 2023; 26(8): 107314.
- 16- Reyes-Resina I, Samer S, Kreutz MR, Oelschlegel AM. Molecular mechanisms of memory consolidation that operate during sleep. *Frontiers in molecular neuroscience*. 2021;14:767384.

- 17- Christova M, Aftenberger H, Nardone R, Gallasch E. Adult gross motor learning and sleep: is there a mutual benefit? *Neural plasticity*. 2018;2018(1):3076986.
- 18- Diekelmann S, Born J. The memory function of sleep. *Nature reviews neuroscience*. 2010;11(2):114-26.
- 19- Rasch B, Born J. About sleep's role in memory. *Physiological reviews*. 2013.
- 20- Walker MP, Stickgold R. Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron*. 2004;44(1):121-33.
- 21- Diekelmann S, Wilhelm I, Born J. The whats and whens of sleep-dependent memory consolidation. *Sleep medicine reviews*. 2009;13(5):309-21.
- 22- Németh A, Conesa A, Santoyo-Lopez J, Medina I, Montaner D, Péterfia B, et al. Initial genomics of the human nucleolus. *PLoS genetics*. 2010;6(3):e1000889.
- 23- Pace-Schott EF, Spencer RM. Age-related changes in consolidation of perceptual and muscle-based learning of motor skills. *Frontiers in aging neuroscience*. 2013;5:83.
- 24- Vakil E, Hayout M, Maler M, Schwizer Ashkenazi S. Day versus night consolidation of implicit sequence learning using manual and oculomotor activation versions of the serial reaction time task: Reaction time and anticipation measures. *Psychological Research*. 2022;86(3):983-1000.
- 25- Walker MP, Brakefield T, Seidman J, Morgan A, Hobson JA, Stickgold R. Sleep and the time course of motor skill learning. *Learning & memory*. 2003;10(4):275-84.
- 26- Kuriyama K, Stickgold R, Walker MP. Sleep-dependent learning and motor-skill complexity. *Learn Mem*. 2004;11(6):705-13.
- 27- Blischke K, Malangré A. Task complexity modulates sleep-related offline learning in sequential motor skills. *Frontiers in human neuroscience*. 2017;11:374.
- 28- Lugassy D, Herszage J, Pilo R, Brosh T, Censor N. Consolidation of complex motor skill learning: evidence for a delayed offline process. *Sleep*. 2018;41(9):zsy123.
- 29- Albouy G, Fogel S, King BR, Laventure S, Benali H, Karni A, et al. Maintaining vs. enhancing motor sequence memories: respective roles of striatal and hippocampal systems. *Neuroimage*. 2015;108:423-34.
- 30- Albouy G, Fogel S, Pottiez H, Nguyen VA, Ray L, Lungu O, et al. Daytime sleep enhances consolidation of the spatial but not motoric representation of motor sequence memory. *PloS one*. 2013;8(1):e52805.
- 31- Cohen DA, Pascual-Leone A, Press DZ, Robertson EM. Off-line learning of motor skill memory: a double dissociation of goal and movement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2005;102(50):18237-41.
- 32- Nemeth D, Janacek K, Londe Z, Ullman MT, Howard DV, Howard JH. Sleep has no critical role in implicit motor sequence learning in young and

- old adults. *Experimental brain research*. 2010;201:351-8.
- 33- Al-Sharman A, Siengsukon CF. Time rather than sleep appears to enhance off-line learning and transfer of learning of an implicit continuous task. *Nature and science of sleep*. 2014:27-36.
 - 34- Barham MP, Lum JA, Conduit R, Fernandez L, Enticott PG, Clark GM. A daytime nap does not enhance the retention of a first-order or second-order motor sequence. *Frontiers in behavioral neuroscience*. 2021;15:659281.
 - 35- Chun MM, Phelps EA. Memory deficits for implicit contextual information in amnesic subjects with hippocampal damage. *Nature neuroscience*. 1999;2(9):844-7.
 - 36- Ryan JD, Althoff RR, Whitlow S, Cohen NJ. Amnesia is a deficit in relational memory. *Psychological science*. 2000;11(6):454-61.
 - 37- Ryan JD, Cohen NJ. Processing and short-term retention of relational information in amnesia. *Neuropsychologia*. 2004;42(4):497-511.
 - 38- Spencer RM, Sunm M, Ivry RB. Sleep-dependent consolidation of contextual learning. *Current Biology*. 2006;16(10):1001-5.
 - 39- Hallgató E, Győri-Dani D, Pekár J, Janacsek K, Nemeth D. The differential consolidation of perceptual and motor learning in skill acquisition. *Cortex*. 2013;49(4):1073-81.
 - 40- Meier B, Cock J. Offline consolidation in implicit sequence learning. *cortex*. 2014;57:156-66.
 - 41- Janacsek K, Nemeth D. Predicting the future: from implicit learning to consolidation. *International Journal of Psychophysiology*. 2012;83(2):213-21.
 - 42- Trofimova O, Mottaz A, Allaman L, Chauvigné LA, Guggisberg AG. The “implicit” serial reaction time task induces rapid and temporary adaptation rather than implicit motor learning. *Neurobiology of Learning and Memory*. 2020;175:107297.
 - 43- Kempler L, Richmond JL. Effect of sleep on gross motor memory. *Memory*. 2012;20(8):907-14.

استناد به این مقاله: وفائی نوقابی، احسان؛ طاهری تربتی، حمیدرضا؛ جاهدی، وحید؛ خداشناس، مرصاد؛ نقش خواب در تحکیم حافظه حرکتی تکالیف آشکار و ضمنی: یک مرور روایتی، دوفصلنامه مطالعات مروری علوم ورزشی و تندرستی، دوره اول، شماره اول، ۱۹۱-۲۱۲

DOI: 10.22054/JSHSR.2025.83516.1011



Biannual Journal of Sport and Health Sciences Reviews is Licensed Under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License

