

## اثرات یک شب محرومیت از خواب بر سطوح هورمونی و کارایی عملکرد

مترجم: اژدر حیدری M.Sc.

آدرس مکاتبه: دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی و بیوفیزیک، تهران-ایران

### خلاصه

در این مطالعه اثرات یک شب محرومیت از خواب بر سطوح کورتیزول و ملاتونین و نیز کارایی عملکرد سربازان وظیفه مورد بررسی قرار گرفت. مداخله در خواب شامل محرومیت کامل از خواب (N=7) یا هشت ساعت خواب در طول شب (گروه کنترل N=7) بود. تمام پارامترها در فواصل زمانی انتخاب شده قبل (روز اول)، در طی (تنها در افراد محروم از خواب) و بعد از (روز دوم) مداخله خواب اندازه‌گیری می‌شوند. نمرات تعقیب دواره Rotary Pursuit Scores و نیروی دست Hand Grip Strength بترتیب بعنوان شاخصهای کارایی روانی-حرکتی و فیزیکی استفاده شدند. در اشخاص محروم از خواب ملاتونین بزاقی (اما نه کورتیزول) بیشتری نسبت به افرادی که خواب کافی داشتند، ترشح شد. افزایش معنی‌دار ترشح ملاتونین و کورتیزول در روز بعد از محرومیت از خواب شبانه بویژه در ساعت ۱/۳۰ بعدازظهر قابل توجه بود. در مقابل نمرات تعقیب دواره و نیروی دست در گروههای محروم از خواب و افراد در حال استراحت قابل مقایسه بود. در طول یک روز کاری نرمال (روز اول) همه پارامترهای مورد مطالعه، تغییرات وابسته به زمان را در گروههای کنترل و محروم از خواب نشان دادند. جدا از جدول خواب شبانه، پارامترهای عملکردی در روز دوم نسبت به روز اول اختلاف داشت. عملکرد تعقیب دواره بهبود یافت در حالیکه قسمت نیروی دست بدتر شد که ممکن است بترتیب یادگیری ذاتی و خستگی عضلانی را منعکس کند. در طول شب محرومیت از خواب، عملکرد کاهش یافت. در نتیجه مطالعه حاضر نشان داد که یک شب محرومیت از خواب (هشت ساعت) باعث تغییرات معنی‌دار هورمونی در بعدازظهر روز بعد شد اما بر عملکرد تعقیب دواره و نیروی عضلانی تأثیری نداشت.

### مقدمه

محرومیت از خواب و افزایش نیاز به خواب به خطر بیافتد. اختلالات شناخته شده روانی در رابطه با خواب ناکافی شامل افزایش خواب‌آلودگی، کاهش هوشیاری، زوال خلق و مشکل در تمرکز می‌شود که همه آنها در تأخیر عملکرد، افزایش اشتباهات، افزایش ریسک تصادفات و نهایتاً شک در انجام مأموریتها سهیم هستند نیاز به تکامل فن‌آوریها و تکنیکهای معتبر تحقیقی به منظور مطالعه چگونگی

در بسیاری از مکانهای شغلی مدرن شامل مراکز نظامی، محرومیت از خواب یک وضعیتی عمومی است که از دوره‌های ممتدکاری، نوبت کاری و شب‌کاری ناشی می‌شود. در برخی موقعیتها نظیر جنگ برای نظامیان و شب‌کاری برای دکتراها و پرستاران، نیاز به سطوح بالای عملکرد روانی-حرکتی و فیزیکی می‌تواند بطور جدی بوسیله

بعدازظهر، ۹ شب و ۱۲ نیمه شب در هر دو گروه انجام شد. بعد از جمع‌آوری بزاق و انجام تست در نیمه شب، افراد گروه ۱ خوابیدند. آنها در ساعت ۸ صبح روز بعد (روز دوم) بیدار شدند و جمع‌آوری بزاق و تستها در فواصل زمانی زیر انجام شد: ۸ صبح، ۱/۳۰ بعدازظهر، ۶ بعدازظهر. در گروه دوم که افرادش بیدار مانده بودند، جمع‌آوری بزاق و تستها در زمانهای اضافی ۳ صبح، ۶ صبح و نیز ۸ صبح، ۱/۳۰ بعدازظهر و ۶ بعدازظهر نیز انجام شد.

**جمع‌آوری بزاق** . در فواصل زمانی مشخص، نمونه‌های بزاقی در ظروف پلاستیک ۱۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری شدند. قبل از هر بار جمع‌آوری، از خوردن منع شدند و از آشامیدنی و نوشیدنیهای حاوی رنگهای مصنوعی و کافئین اجتناب کردند.

**آزمایش تعقیب دواره** . عملکرد روانی-حرکتی بوسیله وظیفه تعقیب دواره ارزیابی شد. این تست شامل تعقیب کردن یک هدف در حال چرخش با قلم و همزمان اندازه‌گیری نمرات عملکرد است. دستگاه از یک صفحه مسطح با یک هدف گرد به قطر ۲ سانتیمتر تشکیل می‌شد. صفحه مسطح بر روی یک دواره با سرعت ثابت ۴۵ دور در دقیقه در جهت عقربه‌های ساعت تنظیم شد. در شروع نوک قلم می‌بایستی در تماس با هدف باشد. همچنانکه هدف به مدت ۲۰ ثانیه می‌چرخد، نوک قلم می‌بایستی با استفاده از دست غالب در تماس با هدف چرخان باشد. در هر زمان اندازه‌گیری، ۱۰ مرحله برای هر شخص انجام شد.

**آزمایش نیروی دست** . نیروی دست با استفاده از دست غالب و بر روی یک دینامومتر انجام شد. سه مرحله در هر زمان انجام شد.

**تهیه نمونه و سنجش هورمونی** . نمونه‌های بزاقی بصورت یخ زده در ۷۰- درجه سانتیگراد بمدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند. متعاقباً نمونه‌ها گرم شده و به منظور سانتیفریژ کردن به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) به لوله‌های پلاستیکی منتقل شدند. کف لوله‌ها جمع‌آوری شده و بصورت یخ زده در لوله‌های ۳ میلی‌لیتری نگهداری شد تا زمانی که برای سنجش هورمونی موردنیاز بود. ملاتونین بزاق با استفاده از کیت ملاتونین از آزمایشگاههای Buhlman اندازه‌گیری شد. کورتیزول بزاق با استفاده از روش Scintillation Proximity

تأثیر محرومیت از خواب بر عملکرد فرد وجود دارد که به نوبه خود می‌تواند ایده‌هایی را برای فرمول‌بندی معیارها ایجاد کند که حوادث ناشی از خواب را کاهش می‌دهد. اثرات زیان‌آور محرومیت از خواب بر عملکرد بطور آشکارا در رابطه با میزان کاهش خواب هستند بطوریکه هرچه محرومیت از خواب طولانی‌تر باشد، اختلال آشکارتر است. به همین علت یک شب محرومیت از خواب معمولاً کمترین تأثیر را بر عملکرد دارد. با این وجود توجه در این مقاله به محرومیت کوتاه‌مدت است بعلاوه اینکه این حالت از محرومیت از خواب در دنیای حقیقی معمولی‌تر است. در این مطالعه اثرات یک شب محرومیت از خواب بر کارایی عملکرد پرسنل نظامی تحقیق شده و تناسب و حساسیت قسمتهای تعقیب دواره و نیروی دست بترتیب بعنوان شاخصهای عملکرد روانی-حرکتی و فیزیکی ارزیابی شدند. تست تعقیب دواره تستی معطوف به هدف است که نیاز دارد اشخاص پاسخهای تشخیصی و تحقیقی سریع بدهند و بنابراین می‌تواند برای ارزیابی زمان واکنش و نیز طول تمرکز استفاده شود. همزمان، اندازه‌گیری سطوح ملاتونین و کورتیزول بزاقی برای مشاهده تغییرات احتمالی ناشی از محرومیت از خواب در ریتم‌های حیاتی استفاده شد. این اولین مطالعه از سری آزمایشاتی است که برای ارزیابی کارایی انواع مختلفی از تستها در تشخیص اثرات زیان‌آور محرومیت از خواب بر عملکرد استفاده می‌شود.

## روشها

**افراد و طرح** . چهارده سرباز مذکر سالم بین ۳۰-۲۰ سال بدون تاریخچه مشکلات خواب و بدون استفاده از هرگونه دارو یا درمان بطور تصادفی و مساوی در دو گروه جای گرفتند: گروه کنترل (۱) و گروه محروم از خواب (۲) . آنها در پادگان نظامی ساکن شدند و طی ساعات خواب در اتاقهایی با شدت نور ۵۰۰ لوکس بودند. آنها مطالعه سبکی داشتند و تلویزیون تماشا می‌کردند تا زمانشان را پر کنند. در این وضعیتها، خواب و انواع فعالیتها کنترل می‌شدند.

در روز اول مطالعه، نمونه‌های بزاق جمع‌آوری شدند و تستهای تعقیب دواره و نیروی دست در ساعات ۸ صبح، ۱/۳۰ بعدازظهر، ۶

خواب، مقادیر پایین‌تر ملاتونین در ساعات ۱/۳۰ بعدازظهر و ۶ بعدازظهر در مقایسه با مقادیر ساعات ۸ صبح بر پایه معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ و نزدیک به مقدار معنی‌دار ملاحظه شد. واکنش متقابل بین حالت خواب و زمان روز نیز یافت شد ( $F_{7,84}=5.355, P<0.001$ ). در نیمه شب، افزایش در ملاتونین نسبت به مقادیر پایین روز بطور معنی‌داری در گروه محروم از خواب بیشتر بود ( $P<0.01$ ). در مجموع، سطوح ملاتونین در ۱/۳۰ بعدازظهر بعد از محرومیت از خواب بطور معنی‌داری بیشتر از مقادیر مربوط به گروه کنترل بود ( $P<0.01$ ). در گروه محروم از خواب، سطوح ملاتونین به مقدار بیشتری در ۳ صبح افزایش یافت. اگرچه این افزایش نسبت به مقادیر نیمه شب معنی‌دار نبود. کاهش سطوح ملاتونین در ۹ صبح قابل توجه بود. آنالیز واریانس دوسویه نشان داد که در گروه محروم از خواب سطوح ملاتونین در مجموع نسبت به افراد گروه کنترل در طول مطالعه بطور معنی‌داری بیشتر بود ( $F_{1,12}=9.114, P<0.05$ ) (شکل ۱).

Assay که در آزمایشگاه ما تکمیل شده بود، انجام شد. این روش شامل این مراحل بود: انکوباسیون ۱۰۰ میکرولیتر بزاق با ۱۰۰ میکرولیتر آنتی‌بادی کورتیزول، ۱۰۰ میکرولیتر کورتیزول نشاندار شده با تریتیوم (1000 cpm) و ۱۰۰ میکرولیتر عامل SPA در لوله‌های سنجش در طول شب. بعد از دوره انکوباسیون، محتویات هر لوله مستقیماً با دستگاه شمارشگر سنتیلاسیون شمارش شد. لوله‌های محتوی غلظت‌های شناخته شده کورتیزول، برای ایجاد یک منحنی دوز پاسخ استفاده شد، بطوریکه مقادیر ناشناخته کورتیزول در بزاقها از این منحنی خوانده شود. نمونه‌های مربوط به هر شخص در همان سنجش آنالیز شدند. ضرایب تغییر داخل سنجش برای تمام هورمونهای سنجیده شده معمولاً کمتر از ۱۵٪ بودند. ضرایب تغییر بین سنجش از دو کنترل کیفیت برای ملاتونین (بیشتر از شش سنجش) ۱۲٪ و ۱۸٪ بودند. برای کورتیزول ضرایب بین سنجش متغیر و معمولاً کمتر از ۱۵٪ بود.

تمام اطلاعات بصورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار بیان شدند. اختلاف بین گروههای کنترل و محروم از خواب بوسیله آنالیز واریانس دوسویه (زمان  $\times$  حالت خواب) تست شد. مقایسه‌های دو به دو با استفاده از تست Post-Hoc Tukey انجام شد. بعلاوه اینک هیچ‌گونه اطلاعات برای ساعات ۳ صبح و ۹ صبح برای گروه کنترل وجود نداشت، آنها در آنالیز آماری ملاحظه نشدند. گروه محروم از خواب همچنین بطور جداگانه در ساعات ۳ صبح و ۹ صبح تست شدند. بعلاوه، با استفاده از تست همبستگی اسپیرمن، همبستگی بین اطلاعات همه پارامترها محاسبه شد. مقدار  $P$  کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

## نتایج

### متغیرهای هورمونی

شکل ۱. سطح ملاتونین بزاق برای گروههای کنترل و محروم از خواب (داده‌ها بصورت  $Mean \pm SEM, n = 7$ ) آمده‌اند. فلش سیاه معرف زمان خواب است. کورتیزول. میانگین غلظت کورتیزول بزاقی در طول ساعات شبانه‌روز متغیر بود ( $F_{7,84}=13.515, P<0.001$ ) (شکل ۲). سطح این هورمون در شب، بین ۹ بعدازظهر و نیمه شب، کمترین مقدار بود ( $P<0.05$ ). اگرچه حالت خواب در دو گروه اثر اساسی نداشت ولی

ملاتونین. تغییر در سطوح ملاتونین بصورت تابعی از زمان روز در هر دو گروه آشکار بود ( $F_{7,84}=22.708, P<0.001$ ). در هر دو گروه کنترل و محروم از خواب، تست توکی نشان داد که سطوح ملاتونین بزاقی در نیمه شب بطور معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل دیگر زمانها بیشتر بود ( $P<0.05$ ). در هر دو روز قبل و بعد از مداخله

در عملکرد تا ساعت ۹ شب آشکار بود و تا نیمه شب کاهش غیرمعنی‌داری داشت. بعد از مداخله خواب، بهبود بیشتر در روز بعد اتفاق افتاد بطوریکه عملکرد دوازه در روز دوم بهتر از روز اول

یک اثر واکنش متقابل وجود داشت ( $F_{7,84} = 3.721, P < 0.005$ ) که بواسطه آن سطوح کورتیزول در ۱/۳۰ بعدازظهر پس از محرومیت از

**شکل ۳.** نمرات تعقیب دوازه برای گروههای بزاق برای گروههای کنترل و محروم از خواب (داده‌ها بصورت  $Mean \pm SEM, n = 7$  ارائه شده‌اند).

بود و مداخله خواب تأثیری بر آن نداشت ( $P < 0.05$ ). مجموع عملکرد در گروه محروم از خواب بهتر از گروه کنترل بود ( $F_{1,12} = 16.746, P < 0.005$ ). با اینحال، واکنش متقابل معنی‌داری یافت نشد. تست اسپیرمن همبستگی منفی معنی‌داری را بین عملکرد دوازه و کورتیزول نشان داد ( $r = -0.157, P < 0.05$ ).

**نیروی دست.** تغییر در نیروی دست بصورت تابعی از زمان روز تغییر یافت ( $F_{7,84} = 4.584, P < 0.001$ ) (شکل ۴). عملکرد نیروی

**شکل ۲.** سطح کورتیزول بزاق برای گروههای کنترل و محروم از خواب (داده‌ها بصورت  $Mean \pm SEM, n = 7$  ارائه شده‌اند). فلش سیاه معرف زمان خواب است.

خواب افزایش یافت ( $P < 0.01$ ). در گروه محروم از خواب، کورتیزول بزاقی در ۶ صبح بطور معنی‌داری نسبت به ساعات ۶ بعدازظهر، نیمه شب و ۳ صبح افزایش یافت ( $P < 0.05$ ).

### متغیرهای عملکرد

اختلافات فردی وسیعی در تعقیب دوازه و نیروی دست دیده شد. این اختلافات با استفاده از نمره مربوطه در ساعت ۱/۳۰ بعدازظهر روز اول (بعنوان مخرج مشترک) استاندارد شد و سایر مقادیر برای هر شخص بصورت درصدی از این نمره بیان شد. نمره ساعت ۸ صبح به علت اثر واضح یادگیری در ساعات ۸ صبح تا ۱/۳۰ بعدازظهر انتخاب نشد. در مورد اطلاعات مربوط به نیروی دست، حداکثر مربوط به سه بار آزمایش در هر زمان بصورت درصدی از حداکثر نیروی دست فرد در تمام طول دوره بیان شد.

**تعقیب دوازه.** عملکرد تعقیب دوازه در هر دو گروه کنترل و محروم از خواب در طول روز تغییر کرد ( $F_{7,84} = 32.331, P < 0.001$ ) (شکل ۳). عملکرد دوازه در اولین زمان ثبت (۸ صبح) بطور معنی‌داریاز دیگر زمانها کمتر بود ( $P < 0.05$ ). همزمان با پیشرفت روز، بهبود یکنواخت

معنی‌داری در ملاتونین در نیمه شب و قبل از مداخله خواب گزارش شد. این مشاهده که در جای دیگری ثبت نشده است، احتمال دارد پاسخی پیش‌بینی شده را به اختلال خوابی که پیش خواهد آمد نشان دهد؛ به این دلیل که افراد قبل از شروع مطالعه می‌دانستند که از خواب محروم می‌شوند. علیرغم بیداری در طول شب، ریتم حیاتی پایه ملاتونین و کورتیزول در افراد محروم از خواب دست نخورده باقی ماند و مقادیر نیمه‌شب بطور معنی‌دار از مقادیر روز بالاتر بودند. در مورد کورتیزول، کمترین مقادیر مربوط به ساعات آغازین شب بود (۹ شب و ۱۲ نیمه شب) و بیشترین مقادیر در ساعات آغازین صبح (۶ صبح) یافت نشد.

یافته دیگر این مطالعه این بود که عملکرد تعقیب دوازه بطور معنی‌داری در طول روز تغییر یافت. فقدان واکنش متقابل بین وضعیت خواب و زمان روز نشان می‌دهد که الگوی عملکرد در طول روز برای گروههای محروم از خواب و آنها که خواب کافی داشتند، یکسان بود. در هر دو وضعیت کنترل و فقدان خواب، عملکرد در طی روز بهبود یافت. حتی قبل از مداخله خواب شبانه، عملکرد بطور یکنواخت با گذران روز بهبود یافت؛ بویژه، افزایش در عملکرد بعد از اولین زمان اندازه‌گیری در ۸ صبح برجسته‌تر بود. بعد از آن، بهبود پیشرونده در توانایی عملکرد تا ساعت ۹ صبح مشاهده شد. افزایش مشاهده شده در عملکرد تعقیب دوازه می‌تواند به بهبود مهارتهای حرکتی در رابطه با یادگیری نسبت داده شود. بر طبق یافته‌های Frish و Eysenk، تعقیب دوازه شامل یک پاسخ ابتدایی ناشی از فیدبک بینایی برای تشخیص و تصحیح هرگونه ناهمگونی بین قلم و هدف است که با اکتساب برنامه‌های حرکتی دنبال می‌شود. یادگیری با تمرین اتفاق می‌افتد و متعاقباً، تکیه بیشتری بر مهارتهای حرکتی برنامه‌ریزی شده که کارایی بیشتری دارند انجام می‌شود و فیدبک بینایی برای انجام وظیفه کم می‌شود. بنابراین، اگر هرگونه کاهش در طول روز اتفاق بیافتد، بوسیله یادگیری ذاتی پوشانده می‌شود. با اینحال، در طول شب کاهش غیرمعنی‌داری در عملکرد گروه کنترل در نیمه شب و در ساعت ۹ صبح (اما نه ۳ صبح) برای گروه محروم از خواب دیده شد. این کاهش در عملکرد تعقیب دوازه ممکن است نمایانگر تغییرات حقیقی ریتم حیاتی در عملکرد روانی باشد. علت این است که آنها در دوره‌های رکود ریتم حیاتی دما و افزایش شبانه ملاتونین اتفاق افتادند

**شکل ۴.** سنجش نیروی دست برای گروههای بزاق برای گروههای کنترل و محروم از خواب (داده‌ها بصورت  $Mean \pm SEM$ ,  $n = 7$  ارائه شده‌اند). فلش سیاه معرف زمان خواب است.

دست بطور پیشرونده در طول روز افزایش یافت اما در طول شب کاهش داشت. نمونه‌گیری اضافی در گروه محروم از خواب در ساعت ۳ صبح کاهش را نشان داد که البته معنی‌دار نبود. کاهش در ۹ صبح معنی‌دار بود اما تنها در مقایسه با عملکرد نیمه شب ( $P < 0.05$ ). در روز بعد، علیرغم وضعیت خواب کاهش معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). نه اثر گروه و نه واکنش متقابل بین زمان روز و گروه یافت نشد. عملکرد دوازه و نیروی دست بطور معنی‌داری همبستگی منفی با هم داشتند ( $r = -0.157$ ,  $P < 0.05$ ).

## بحث

محروم کردن سربازان از هشت ساعت خواب در طول شب باعث تغییرات معنی‌دار هورمونی در روز بعد شد. ملاتونین بیشتری در اشخاص محروم از خواب ترشح شد. از طرف دیگر، ترشح کورتیزول بزاق در مجموع بین گروههای کنترل و افراد محروم از خواب تفاوت معنی‌داری نداشت. در تأیید این یافته‌ها، مطالعات قبلی نیز گزارش کرده‌اند که متعاقب محرومیت نسبی از خواب ملاتونین بیشتری ترشح شده و ترشح کورتیزول کمتر دچار تغییر بوده است. مهمتر از آن، واکنشهای متقابلی بین وضعیت خواب و زمان روز در رابطه با تغییرات هورمونی وجود داشت. برای مثال افزایش در ترشح ملاتونین بعد از محرومیت از خواب تنها در بعدازظهر معنی‌دار بود ( $1/30$  بعدازظهر) و این همراه با افزایش در ترشح کورتیزول در همان زمان بود. افزایش سطح ملاتونین در بعدازظهر متعاقب محرومیت از خواب منجر به ازدیاد خواب روزانه بعلت خواب‌آور آن می‌شود. برای سازش با بیدار ماندن علیرغم افزایش خواب‌آلودگی استرس روانی ایجاد می‌شود که ممکن است باعث افزایش هورمون استرس یعنی کورتیزول در ساعت  $1/30$  بعدازظهر شود. این یافته‌ها توسط Parkes تأیید می‌شوند که ثابت کرد اثر یک شب محرومیت کامل از خواب عموماً پس از صبح روز بعد بیشتر است. بطور تعجب‌آوری، افزایش

در مورد نیروی دست، قدرت عضلانی تحت تأثیر محرومیت از خواب قرار نگرفت که با گزارشات موجود مطابقت دارد. استرس ناکافی بر عضلات نیم‌تنه بالایی می‌تواند علت فقدان اثر باشد. علت دیگر می‌تواند این باشد که تست نیروی دست ممکن است معیار حساسی از کاهش قدرت عضلانی ناشی از محرومیت خواب نباشد. با وجود این، تست قدرت دست به تغییرات روزانه در نیروی عضلانی حساس بود. قبل از مداخله خواب شبانه، نیروی فشار دادن دست بطور فزاینده‌ای افزایش یافت و به ماکزیمم در ۹ صبح رسید و بعد در طول شب کاهش یافت. نیروی اندازه‌گیری شده دست اشخاصی که در طی ساعات خوابشان بیدار مانده بودند، در طی اولین ساعات صبح کاهش بیشتری داشت (۳ صبح و ۹ صبح). این تغییرات وابسته به زمان در نیروی دست ممکن است یک ریتم حیاتی حقیقی را در نیروی عضلانی نشان دهد. خستگی فاکتوری است که در روز بعد آشکار است بعلاوه اینکه نیروی عضلانی در هر دو حالت محروم از خواب و کنترل به مقادیر قبل از مداخله خواب بازنگشت. بنابراین، وجود اثر خستگی در زمان ظهور اثرات کاهش نیروی عضلانی ناشی از محرومیت خواب می‌تواند باعث جمع شدن این پاسخها شود.

در مجموع، این مطالعه نشان داده است که یک شب محرومیت از خواب می‌تواند تغییرات فیزیولوژیک معنی‌داری در بعدازظهر روز بعد در رابطه با ملاتونین و کورتیزول بزاق ایجاد کند. با اینحال، آسیب عملکرد دوازه و نیروی دست که قابل استناد به محرومیت از خواب باشد، مشاهده نشد. کاهش متوسط ناشی از کاهش خواب کوتاه مدت ممکن است وجود داشته باشد. اما احتمال زیاد وجود دارد که آنها بوسیله عوامل مخدوش‌کننده مربوط به تست پوشانده شوند. بنابراین، تأکید می‌بایستی بر انتخاب تستهایی قرار گیرد که برای اندازه‌گیری کارایی عملکرد استفاده شوند.

#### منبع اصلی این متن ترجمه شده:

Goh VHH, Tong TYY, Lim CL, Low LTCE, Lee BGLKH (2001). Effects of one night of sleep deprivation on hormone profiles and performance efficiency. *M I Med*; 166(5): 427-431 (19 references).

و ثابت شده است که این دو در کاهش هوشیاری و افزایش خواب‌آلودگی نقش دارند. بنابراین فقدان کاهش معنی‌دار آماری ممکن است به علت اثرات مثبت ناشی از تکرار عملکرد باشد. جالب است که زمانهایی که در آنها تأخیر در عملکرد اتفاق می‌افتاد، با آخرین زمان اندازه‌گیری قبل از خواب در هر دو گروه مطابق بود. بنابراین، توجیه دیگر این است که این کاهشهای غیرمعنی‌دار در عملکرد تعقیب دوازه ممکن است کاهش در تمرکز یافتن توجه را به علت نشان دهد زیرا افراد می‌دانستند که می‌بایست آزمایش را متوقف نموده و بخوابند. احتمال بسیاری از اثرات لحظه‌ای نظیر برانگیختگی یا درجه توجه بر عملکرد در جای دیگر بیان شده است.

علیرغم اینکه خواب شبانه کاهش داده شد یا نشد، عملکرد تعقیب دوازه در روز بعد بهبود یافت و بطور معنی‌داری بیشتر از روز قبل از مداخله بود. بطور آشکارا، عملکرد افراد ممکن است پس از دوازه یا حتی صدها جلسه آزمایش هنوز بهبود داشته باشد. در متون، از بین رفتن عملکرد متعاقب کاهش خواب یک پدیده شناخته نشده است. بعلاوه برخی مطالعات اثرات برجسته‌تری از محرومیت خواب را در طی شب محرومیت از خواب نسبت به روز بعد در عملکرد نشان داده‌اند. بعلاوه اینکه اختلاف واضح در نتایج دوازه در این مطالعه بدست آمد، بنظر می‌رسد که آزمایش تعقیب دوازه ممکن است به اثرات زیان‌آور محرومیت از خواب کوتاه مدت بر عملکرد روانی حساس نباشند. در حمایت از این نتیجه، قابل ذکر است وظایفی که تحریک بینایی و یا حرکت ثابت و نسبتاً ثابت را شامل می‌شوند (آزمایش تعقیب دوازه)، نسبت به وظایفی که سطوح بالای هوشیاری یا شناخت را لازم دارند، حساسیت کمتری به کمبود خواب دارند. یادگیری ذاتی بطور آشکار یک عامل مخدوش‌کننده است. بعلاوه، بخاطر راحت بودن وظیفه تعقیب دوازه، این احتمال وجود دارد که افزایش تمرکز می‌تواند بر کاهش عملکرد ناشی از یک شب محرومیت از خواب غلبه کند. شاید تست تعقیب دوازه به دوره‌های بلندمدت‌تر محرومیت از خواب حساس‌تر باشد بنابراین تحقیقات بیشتر توصیه می‌شود.