

De effecten van mentale vermoeidheid op fysieke prestatie

AUTEUR & CO-AUTEUR(S): VAN CUTSEM J., MARCORA S., DE PAUW K., MEEUSEN R., ROELANDS B.
REDACTEUR: VERBEIREN K.
Onderzoeksinstituut: Vrije Universiteit Brussel

ABSTRACT

Mentale vermoeidheid is een specifieke mentale toestand die geïnduceerd wordt door lange periodes van veeleisende cognitieve activiteit en kan zowel psychologisch, gedragsmatig als fysiologisch herkend worden. Recent is het onderzoek rond het effect van mentale vermoeidheid op uithoudingsprestatie meer en meer toegenomen. De toename in onderzoek in deze onderzoekslijn blijkt niet ongegrond, aangezien de huidige review duidelijk maakt dat mentale vermoeidheid weldegelijk een negatieve invloed heeft op de uithoudingsprestatie. Dit blijkt voornamelijk tot stand te komen door een zwaarder gevoel van inspanning en niet door enig effect op fysiologische mechanismen (zoals bijvoorbeeld productie van lactaat). Deze bevindingen brengen praktisch gezien ook enkele belangrijke richtlijnen en opportuniteiten met zich mee.

Sleutelwoorden: fysieke prestatie, uithouding, gevoel van inspanning
Datum: 01/07/2016
Contactadres: jvcutsem@vub.ac.be

Disclaimer: Het hierna bijgevoegde product mag enkel voor persoonlijk gebruik worden afgehaald. Indien men wenst te dupliceren of te gebruiken in eigen werk, moet de bovenvermelde contactpersoon steeds verwittigd worden. Verder is een correcte bronvermelding altijd verplicht!



1. Inleiding

Reeds in 1891 rapporteerde Angelo Mosso [1] dat spieruithouding, na lange hoorcolleges of mondelinge examens, verminderd was. Recent, meer dan een eeuw later, hebben Marcora en zijn collega's [2] deze resultaten op een experimenteel gecontroleerde wijze gerepliceerd in een fietstaak. De resultaten in deze studie tonen aan dat een 90min-durende, cognitief veeleisende taak een negatieve impact heeft op de daaropvolgende fysieke prestatie. De oorzaak van deze prestatiedaling zou te wijten zijn aan de mentale vermoeidheid die opgewekt werd door de 90min-durende cognitieve taak.

Mentale vermoeidheid is een specifieke mentale toestand die zowel psychologisch, gedragsmatig als fysiologisch herkend kan worden. Psychologisch/subjectief vertonen mentaal vermoeide personen verhoogde gevoelens van moeheid, een tekort aan energie en een vermindering in alertheid. Gedragsmatig kan mentale vermoeidheid herkend worden als een vermindering in prestatie op een cognitieve taak. Dit wil zeggen dat men meer fouten zal maken en/of trager zal beginnen reageren wanneer men mentaal vermoeid is. Ten slotte, op fysiologisch vlak, zijn verschillende veranderingen in breinactiviteit reeds geassocieerd met mentale vermoeidheid. Belangrijk om uiteindelijk te kunnen besluiten of mentale vermoeidheid al dan niet optreedt, is dat veranderingen in alle drie de gebieden opgevolgd en getoetst worden aan elkaar.

Het doel van dit artikel is om een bondig en duidelijk overzicht te bieden over de studies die het effect van mentale vermoeidheid op fysieke uithoudingsprestatie zijn nagegaan.

2. Resultaten

2.1 Studie selectie

Relevante artikels werden gezocht op verschillende wetenschappelijke zoekmachines (Pubmed en Web Of Knowledge). Uiteindelijk werden acht artikels opgenomen in deze review [2-9]. In alle geïnccludeerde studies moesten proefpersoon tweemaal terugkomen naar het lab. Tweemaal voerden de proefpersonen exact hetzelfde protocol (dezelfde prestatie-test) uit, met als enige verschil dat in de ene trial proefpersonen mentaal vermoeid werden gemaakt en in de andere niet. De volgorde waarin proefpersonen de mentale vermoeidheids-trial en de controle-trial moesten uitvoeren was gebalanceerd gerandomiseerd. Dit wil zeggen dat de volgorde waarin proefpersonen de mentale vermoeidheids- en de controle-trial uitvoerden willekeurig beslist

werd, maar dat er wel voor gezorgd werd dat er evenveel proefpersonen begonnen met de mentale vermoeidheids-trial als met de controle-trial.

2.2 Interventies om mentale vermoeidheid te induceren

Mentale vermoeidheid werd in alle geïnccludeerde studies geïnduceerd met een langdurige cognitieve taak. De inhoud van die taak varieerde wel tussen de verschillende studies. Een veel gebruikte taak was de Stroop-taak, hierbij krijgt men de woorden 'geel', 'groen', 'rood' en 'blauw' in een random volgorde één voor één te zien. De letters van deze woorden zijn echter niet altijd in dezelfde kleur gekleurd als de betekenis van het woord. Vervolgens is de bedoeling dat men steeds de betekenis van het woord negeert en reageert op de kleur van de letters. Bijvoorbeeld als het woord 'geel' verschijnt op het scherm, maar de letters van het woord zijn in het blauw gekleurd, dan is het juiste antwoord 'blauw' en moet men op de daaraan verbonden toets op het toetsenbord drukken. Er is echter één uitzondering op deze regel, wanneer de letters van een woord in het rood gekleurd zijn, dan moet men wel reageren op de betekenis van het woord en niet op de kleur van de letters. Een andere veel gebruikte taak om mentale vermoeidheid op te wekken is de AX-CPT. In deze taak krijgt men eerst de rode letter A of B te zien en vervolgens de rode letter X of Y. Enkel wanneer de rode letter A gevolgd wordt door de rode letter X moet men op de rechtse toets van de respons-box drukken. In alle andere gevallen (BX, AY en BY) moet men op de linkse toets drukken. Om het hier bovenop nog wat moeilijker te maken, werden er tussen de rode letter A of B en X of Y steeds twee witte afleidings-letters getoond. De witte letters konden behalve A, B, X of Y eender welke letter zijn. Naast het type van taak verschilden de taken ook in duurtijd van elkaar. In sommige studies trachtte men mentale vermoeidheid te induceren met een 30min taak, terwijl in andere men wel tot 90min ging. Betreffende de controle-trial werd er steeds gebruik gemaakt van een controletaak waarvan men dacht dat die geen of minder mentale vermoeidheid zou induceren. Het merendeel van de studies gebruikte een documentaire of het lezen van magazines als controletaak. Hierbij was het dus de bedoeling dat deelnemers voor eenzelfde tijd als de mentale vermoeidheids-taak een documentaire bekeken of magazines lazen. Op deze manier zaten deelnemers even lang op een stoel in zowel de mentale vermoeidheids- als de controle-trial, maar werd er minder of geen mentale vermoeidheid geïnduceerd in de controle-trial. In tegenstelling tot een documentaire of magazines, gebruikten sommigen een even lange maar gemakkelijkere cognitieve taak als controletaak. Dit was echter met dezelfde intentie als de andere studies, namelijk minder

mentale vermoeidheid creëren in de controle-trial. De gebruikte methode, mentale vermoeidheidsstaak in de ene trial en controletaak in de andere trial, zorgde er uiteindelijk voor dat in vijf van de acht studies een hogere subjectieve mentale vermoeidheid werd waargenomen in de mentale vermoeidheids-trial. In twee studies ging de hogere subjectieve mentale vermoeidheid ook samen met een verminderde cognitieve prestatie. De deelnemers in deze twee studies gingen namelijk meer fouten maken naar het einde van de mentale vermoeidheidsstaak toe. In de studie van Brownsberger et al. [3] werd ook breinactiviteit gemeten en hierbij vond men dat de hogere subjectieve mentale vermoeidheid ook geassocieerd was met een verhoogde breinactiviteit in de prefrontale kwab. Uiteindelijk hadden alle acht studies wel één of meerdere parameters die aangaven dat mentale vermoeidheid succesvol geïnduceerd was in de mentale vermoeidheids-trial.

2.3 Het effect van mentale vermoeidheid op uithoudingsprestatie

Gedragmatig

In alle studies waren de geïncludeerde proefpersonen gezond, jong (21 – 26 jaar) en getraind (maximale aerobe capaciteit = 48 – 56 ml/kg.min). De prestatietaken waarop het effect van mentale vermoeidheid werd nagegaan, verschilden wel van studie tot studie. Marcora et al. [2] gebruikte een test waarbij de proefpersonen moesten fietsen tot uitputting aan 80% van hun maximale wattage. Zij vonden dat de tijd tot uitputting in de mentale vermoeidheids-trial 15% korter was dan in de controle-trial. Pageaux et al. [4] en MacMahon et al. [5] gebruikten een looptaak waarbij proefpersonen zo snel mogelijk een zekere afstand moesten afleggen. In beide onderzoeken hadden proefpersonen een langere tijd nodig in de mentale vermoeidheids-trial om deze afstand af te leggen. In het onderzoek van Pageaux et al. [4] nam de tijd om 5km te lopen toe met 5% bij MacMahon et al. [5] nam de tijd om 3km te lopen toe met 2%. Smith et al. [6] gebruikte op zijn beurt ook een looptaak, maar ontwikkelde een voetbalspecifieke 45min looptaak. En ook in dit onderzoek werd er een negatief effect gevonden van mentale vermoeidheid op de fysieke prestatie. De afgelegde afstand in de mentale vermoeidheids-trial verminderde met 2% ten opzichte van de controle-trial. In een tweede studie onderzocht Smith et al. [9] het effect van mentale vermoeidheid op de shuttle run test, een test waarbij de deelnemers telkens een afstand van 20m moeten afleggen voor de “piep” en waarbij de auditieve signalen elkaar sneller en sneller opvolgen. Smith et al. [9] vond dat deelnemers hun prestatie op deze test met 16,3% daalde wanneer ze mentaal vermoeid waren. Martin et al. [8] besloot om het effect van mentale vermoeidheid

op een hoog-intensieve 3min fietstaak na te gaan. Hierbij moesten proefpersonen een zo hoog mogelijk wattage aanhouden gedurende 3min. Martin et al. [8] vond, in tegenstelling tot de voorgaande onderzoeken, echter geen verschil in power output gedurende deze 3min. Ten slotte bestudeerde Brownsberger et al. [3] de impact van mentale vermoeidheid op power output tijdens een 10min fietsstaak. Tijdens deze fietstaak moesten proefpersonen 10min fietsen aan een wattage dat voor hun tamelijk makkelijk aanvoelde en 10min aan een wattage dat moeilijk aanvoelde. Zowel bij ‘tamelijk makkelijk’ (16% lager) als bij ‘moeilijk’ (8% lager) kozen de proefpersonen voor een lager wattage wanneer ze mentaal vermoeid waren.

Fysiologisch

Basisfysiologische parameters zoals hartslag en lactaat werden opgevolgd in bijna alle studies en enkel in de studies van Marcora et al. [2] en Brownsberger et al. [3] werden verschillen door mentale vermoeidheid geobserveerd. Marcora et al. [2] vonden een hogere hartslag en lactaat bij uitputting in de controle-trial. Dit kon echter makkelijk verklaard worden door het feit dat proefpersonen langer presteerden in de controle-trial. Brownsberger et al. [3] rapporteerde een hogere hartslag (4,3%) in de controle-trial tijdens het ‘tamelijk makkelijk’ fietsen, opnieuw kon dit makkelijk verklaard worden als een gevolg van de hoger gekozen power output in de controle-trial. Naast de basis fysiologische parameters werden er ook een aantal meer diepgaande fysiologische metingen opgevolgd in sommige onderzoeken. Zo onderzochten Marcora et al. [2] ook of mentale vermoeidheid de zuurstofopname, hartpompfunctie en bloeddruk beïnvloedde tijdens uithoudingsprestatie, maar ze vonden geen verschil door mentale vermoeidheid. Brownsberger et al. [3] volgde breinactiviteit op tijdens de fietstaak, maar vond ook in deze parameter geen verschil door mentale vermoeidheid.

Psychologisch

De meest frequent opgevolgde psychologische parameters tijdens de uithoudingsprestatie waren ‘het gevoel van inspanning’, en motivatie en subjectieve werkdruk ten opzichte van de uithoudingsstaak. Het gevoel van inspanning werd in iedere studie nagegaan met de 15-punten RPE-schaal van Borg [10]. Marcora et al. [2], beide studies van Pageaux et al. [4, 7] en beide studies van Smith et al. [6, 9] vonden dat de proefpersonen de inspanning als zwaarder ervoeren wanneer ze mentaal vermoeid waren. Naast het gevoel van inspanning werd ook de subjectieve werkdruk als hoger ervaren wanneer men mentaal vermoeid was. Inzake motivatie werd er daarentegen geen verschil gevonden door mentale vermoeidheid.

3. Discussie

Deze review had als doel om de vergaarde kennis rond het effect van mentale vermoeidheid op de fysieke uithoudingsprestatie te verzamelen en te toetsen. Daarbovenop was het doel ook om de mechanismen achter een mogelijk effect te achterhalen.

3.1 Interventies om mentale vermoeidheid te induceren

Een eerste en belangrijk aspect om deze beide doelen te behandelen is natuurlijk het feit dat men zo zeker mogelijk moet weten of iemand mentaal vermoeid is of niet. In de geïnccludeerde studies in deze review komt duidelijk naar voor dat mentale vermoeidheid op een consequente/gelijkaardige manier wordt geïnduceerd. Steeds werd er gebruik gemaakt van een cognitief veeleisende taak die de proefpersonen voor een langere tijd moesten uitvoeren (30-90min). Ook op het gebied van de controletaak zaten alle studies op dezelfde lijn. In de meeste gevallen werd gekozen voor een documentaire/magazine, die dan even lang moest bekeken/gelezen worden als de cognitief veeleisende taak moest uitgevoerd worden. Deze methode bleek uiteindelijk succesvol om significant meer mentale vermoeidheid te induceren in de mentale vermoeidheids-trial dan in de controle-trial. De meeste onderzoeken includeerden ook verschillende gedragsmatige (cognitieve prestatie), fysiologische (hartslag) en psychologische (subjectieve mentale vermoeidheid) parameters om het verschil in mentale vermoeidheid gegrond te kunnen aanduiden.

3.2 Het effect van mentale vermoeidheid op uithoudingsprestatie

Gedragsmatig

Uiteindelijk rapporteerden zes verschillende studies dat mentale vermoeidheid een negatief effect had op uithoudingsprestatie. Dit werd aangetoond door een kortere tijd tot uitputting^[2], een langere tijd om een gegeven afstand af te leggen^[4,5], een lager zelfgekozen wattage^[3] en loopsnelheid^[6] en een korter afgelegde afstand^[9]. Enkel in de studie van Martin et al.^[8] werd er geen effect van mentale vermoeidheid gevonden. Dit verklaarden zij zelf door de hoge intensiteit van de fietstaak. Zij suggereren dat mentale vermoeidheid minder tot geen invloed zou hebben op fysieke prestaties waarbij van in het begin maximaal gepresteerd moet worden. In dit soort maximale taken is de cognitieve component minder aanwezig aangezien er niet moet nagedacht worden over de meest optimale pacing om zo een goed mogelijke prestatie neer te zetten. In plaats van te temporiseren en de krachten gelijk te

verdelen gaat men in zulke taken maximaal van in het begin^[11]. Het gegeven dat kortere, meer maximale taken minder negatief beïnvloed worden door mentale vermoeidheid, lijkt ook bevestigd te worden door de resultaten van Brownsberger et al.^[3]. In deze studie werd aangetoond dat het effect van mentale vermoeidheid op de uithoudingsprestatie groter lijkt te worden naarmate de inspanning meer sub-maximaal is. Deze resultaten wijzen er ook op dat het in de toekomst belangrijk is om het effect van mentale vermoeidheid na te gaan in protocols die meer aansluiten bij de werkelijkheid. Dit wil zeggen het nagaan van het effect van mentale vermoeidheid in meer alledaagse situaties, zoals bijvoorbeeld een wielervedstrijd. De eisen die zo'n real-life uithoudingsevenementen stellen zijn fysiek, maar ook cognitief hoog. Het model dat Brick et al.^[12] hierover ontwikkelde toont heel mooi aan welke cognitieve eisen een wedstrijd allemaal stelt aan de atleet en benadrukt daarmee ook dat het negatieve effect van mentale vermoeidheid op de uithoudingsprestatie zelfs nog groter kan zijn in real-life wedstrijden.

Fysiologisch

Betreffende de fysiologische effecten van mentale vermoeidheid vonden Marcora et al.^[2] en Brownsberger et al.^[3] een verhoogde hartslag en lactaat tijdens inspanning in de controle-trial. Deze bevindingen kunnen echter makkelijk verklaard worden door de gedragsmatige veranderingen. In de studie van Marcora et al.^[2] leidde mentale vermoeidheid tot een snellere uitputting en dit zorgde er voor dat er een minder hoge hartslag en lactaatwaarde bereikt werd bij uitputting. De veranderde fysiologische waarden waren dus niet de oorzaak van de mindere prestatie, eerder waren ze het gevolg van het effect van mentale vermoeidheid op uithoudingsprestatie. Dit was ook het geval in de studie van Brownsberger et al.^[3]. Hier zorgde mentale vermoeidheid er voor dat proefpersonen aan een lager wattage gingen fietsen en dit zorgde er op zijn beurt voor dat de hartslag in de mentale vermoeidheids-trial lager was dan in de controle-trial. Naast deze twee fysiologische verschillen, werden er ook heel wat fysiologische parameters opgevolgd die niet beïnvloed bleken door mentale vermoeidheid. Marcora et al.^[2] vond geen verschil in cardiovasculaire parameters tijdens inspanning. Pageaux et al.^[7] meldde dan weer dat het effect van mentale vermoeidheid op de uithoudingsprestatie niet verklaard kon worden door een hogere spiervermoeidheid of een tragere spieraansturing van het brein. Algemeen waren alle auteurs eensgezind en kan besloten worden dat mentale vermoeidheid de uithoudingsprestatie niet zal beïnvloeden door een sneller optredende

spiervermoeidheid/verzuring of een tragere communicatie tussen brein en spier.

Psychologisch

Pageaux et al. ^[4] vond dat mentale vermoeidheid ertoe leidde dat ook de uithoudingsprestatie als meer mentaal vermoeiend werd ervaren. Deze bevinding werd echter niet bevestigd door ander onderzoek. De bevinding dat de proefpersonen een hoger/zwaarder gevoel van inspanning ervaarden tijdens de uithoudingsprestatie werd echter wel consequent gerapporteerd. Marcora et al. ^[2], Pageaux et al. ^[4, 7] en Smith et al. ^[6, 9] vonden allemaal dat proefpersonen de uithoudingsprestatie als zwaarder ervaarden. Daarnaast toonden zowel Brownsberger et al. ^[3] en MacMahon et al. ^[5] aan dat voor eenzelfde gevoel van inspanning, de proefpersonen een lager wattage of loopsnelheid verkozen wanneer ze mentaal vermoeid waren. Al deze resultaten samen zorgen ervoor dat de algemene opinie momenteel is dat mentale vermoeidheid uithoudingsprestatie negatief beïnvloedt door een hoger-dan-normaal gevoel van inspanning. Motivatie om aan de uithoudingsprestatie te beginnen lijkt niet aangedaan door mentale vermoeidheid. Een hoger-dan-normaal gevoel van inspanning om het effect van mentale vermoeidheid op de uithoudingsprestatie te verklaren, verklaart ook waarom mentale vermoeidheid minder effect lijkt te hebben op meer maximale, anaerobe inspanningen. De rol van het gevoel van inspanning bij dergelijke prestaties ligt lager aangezien men zichzelf minder moet pacen, minder moet denken en daarentegen maximaal moet gaan van in het begin.

4. Conclusie

Mentale vermoeidheid is een specifieke mentale toestand die geïnduceerd wordt door lange periodes van veeleisende cognitieve activiteit en kan zowel psychologisch, gedragsmatig als fysiologisch herkend worden. Recent is het onderzoek rond het effect van deze mentale staat op de uithoudingsprestatie sterk toegenomen. Dit blijkt niet ongegrond, aangezien de huidige review duidelijk maakt dat mentale vermoeidheid weldegelijk een negatieve invloed heeft op de uithoudingsprestatie. Dit wordt vooral veroorzaakt door een zwaarder gevoel van inspanning en niet door enig effect op fysiologische mechanismen (zoals bijvoorbeeld productie van lactaat).

Praktisch gezien wijzen deze resultaten op het belang van zich niet te engageren in overbodige, mentaal veeleisende activiteiten (bv. interviews, gsm'en, enz.) voor een wedstrijd. Daarnaast duidt dit alles ook op het belang van de mentale factor tijdens uithoudingswedstrijden, aangezien de wedstrijd op zichzelf al als mentaal vermoeiend zal ervaren worden door de atleet (bv. door zichzelf te moeten pacen). Dit opent nieuwe mogelijkheden om technieken te ontwikkelen (bv. drafting) waarmee mentale vermoeidheid tijdens wedstrijden kan vermeden of uitgesteld worden en waarmee vervolgens prestatiebevordering kan bekomen worden.

5. Referenties

1. Mosso, A., *Fatigue*. 1915, Allen & Unwin Ltd.: London.
2. Marcora, S.M., W. Staiano, and V. Manning, Mental fatigue impairs physical performance in humans. *J Appl Physiol* (1985), 2009. 106(3): p. 857-64.
3. Brownsberger, J., et al., Impact of mental fatigue on self-paced exercise. *Int J Sports Med*, 2013. 34(12): p. 1029-36.
4. Pageaux, B., et al., Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. *Eur J Appl Physiol*, 2014. 114(5): p. 1095-105.
5. MacMahon, C., et al., Cognitive fatigue effects on physical performance during running. *J Sport Exerc Psychol*, 2014. 36(4): p. 375-81.
6. Smith, M.R., S.M. Marcora, and A.J. Coutts, Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2015. 47(8): p. 1682-90.
7. Pageaux, B., et al., Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Front Hum Neurosci*, 2015. 9: p. 67.
8. Martin, K., et al., Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. *Eur J Appl Physiol*, 2015. 115(4): p. 715-25.
9. Smith, M.R., et al., Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2016. 48(2): p. 267-76.
10. Borg, G.A., *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. 1998, Champaign, IL: Human Kinetics.
11. Thompson, K., *Pacing: Individual strategies for optimal performance*. 2014, Champaign, IL: Human Kinetics.
12. Brick, N., T. MacIntyre, and M. Campbell, Metacognitive processes in the self-regulation of performance in elite endurance runners. *Psychology of Sport & Exercise*, 2015.