

Migliaccio, GM. (1-2), Di Nino A. (3), Avaldi F. (4), Bazzu A. (5), Mullen G. (6), Padulo J. (7-8)

1: Sport Science Lab (London, UK), 2: CONI Italian Olympic Committee (Sardinia, Italy),
3: A.D.N. Swim Project (Italy), 4: Nutrition Area AC Milan (Milan, Italy), 5: Energy Standard Swimming Club (Ukraine),
6: Swimming Science (USA), 7: eCampus University (Italy), 8: Faculty of Kinesiology, University of Split (Croatia).

Finali notturne alle Olimpiadi: possibili influenze dei ritmi circadiani sulla performance? Studio Pilota per Rio 2016

INTRODUZIONE

I Giochi Olimpici del 2016 vedono la partecipazione di 28 sport con un totale di 298 discipline e relative medaglie d'oro. Nell'arco dei 15 giorni di gare, gli atleti saranno impegnati nel raggiungimento delle loro massime performance secondo un programma che inizierà il mattino alle ore 8.30 e si concluderà la notte alle 00.50. Il Nuoto che, dopo l'atletica con 47 medaglie, ha un numero di 34 vittorie da assegnare vedrà un programma notturno che prevede l'orario delle semifinali e finali tra le 22.00 e le 00.30, in contemporanea con il Beach Volley (1). Diversi parametri psicologici e fisiologici hanno evidenziato delle alterazioni rispetto alle ore diurne e notturne. In particolare, queste alterazioni seguono un andamento temporale durante una intera giornata con dei picchi in alcune ore della stessa. Queste variazioni sonno-veglia sono note come ritmi circadiani o diurni. Tuttavia, le caratteristiche psicofisiologiche degli atleti consentono il raggiungimento delle migliori performance in stretta relazione ai ritmi circadiani (2; 3; 4; 5).

La richiesta di impegni massimali la mattina, pomeriggio o notte è tuttavia influenzata anche da particolari cronotipi degli atleti, per cui, a seconda che sia orientato al mattino "morningness" o pomeriggio "eveningness", si possono verificare variazioni nelle condizioni fisiologiche, inclusa la temperatura corporea. (6; 7; 8; 9). Ogni sport ha tuttavia una sua caratterizzazione oraria consolidata per cui, fin dai campionati regionali, gli atleti si sono abituati all'evento agonistico. I ritmi circadiani consentono quindi all'organismo di svolgere le sue attività durante le attività del giorno e di recuperare durante la notte. Il recupero, oltre ad influenzare lo stato di benessere generale, è particolarmente importante negli atleti di élite, soggetti ad alti carichi di allenamento durante le fasi diurne della giornata. In funzione delle performance olimpiche è comunque da prevedere una fase di Tapering con variabilità individuale che sarà composta da un equilibrio di volume/intensità adeguato agli obiettivi agonistici (10; 11; 12; 13). Fattore chiave del recupero è il sonno, per quantità e



GIANMARIO MIGLIACCIO

Dottore di ricerca in Sport Science, direttore scientifico Sport Science Lab (UK)



ANDREA DI NINO

Head of Swimming Coach, ADN Swim Project (Italia)



FRANCESCO AVALDI

Medico, Responsabile Area Nutrizione AC Milan (Italia)



JOHNNY PADULO

Dottore di ricerca in Sport Science, ricercatore presso Università eCampus (Italia)



GARY JOHN MULLEN

Dottore di ricerca
in riabilitazione,
Responsabile
Swimming Science
(USA)



ALBERTO BAZZU

Strength and
Conditioning
Coach, Energy
Standard (Ukraine)

qualità. Lo studio del sonno è diventato nel corso degli anni di particolare interesse da parte dei ricercatori (14). Il sonno è una fase estremamente complessa, governata da fattori fisiologici e comportamentali, che ha due stati primari: REM (rapid eye movement) e NREM (non-rapid eye movement). NREM si suddivide in ulteriori quattro stadi che caratterizzano la progressiva profondità del sonno. È stato ipotizzato che l'effettivo recupero per gli atleti avvenga nelle fasi più profonde, per la contempo-

anea attivazione dell'ormone della crescita, così come la riduzione delle fasi profonde sia in relazione con una riduzione della performance. (15) La durata del sonno in persone sane in America è compresa tra le 6-8h durante la settimana e 7.4h nei giorni festivi (16), mentre recenti studi hanno indagato sulla durata del sonno in atleti, stimandola in 8h36min; di contro, è stato rilevato che la maggiore durata a letto è caratterizzata da una maggiore latenza, ovvero 18.2 min per addormentarsi. (17)

Recenti evidenze hanno dimostrato come la diminuzione del sonno per meno di 6h per 4 o più notti consecutive possa determinare significativi effetti nelle prestazioni atletiche massimali, sub massimali e protratte nel tempo. (18) La compromissione del sonno può influenzare l'apprendimento, la memoria e gli aspetti cognitivi, oltre ad incrementare la percezione del dolore e dello sforzo con forti influenze anche sull'umore e sull'appetito; non di meno, una riduzione del calo di motivazione. Infine, sono state dimostrate anche interferenze nel metabolismo del glucosio, nella funzione immunitaria e nella variabilità della funzionalità cardiaca (14; 19), inoltre, si è visto che una prolungata privazione del sonno è associata ad un aumento della pressione arteriosa e della frequenza cardiaca a riposo ed è causa di ipertensione. (20) Il programma orario dei Giochi di Rio 2016 vedrà, per il Nuoto, la necessità di adeguare i ritmi circadiani, con uno spostamento del ciclo luce-veglia di circa 3,5h, potendo iniziare la fase di recupero non prima delle 02.00. Questa scelta di orari potrebbe quindi determinare una diminuzione del sonno, influenzando i fattori anatomici, psicologici e fisiologici che sono i punti chiave della più alta performance nel nuoto di alto livello. (21; 22) Alcuni fattori possono influenzare positivamente ed intervenire sui processi, agevolando il ripristino del corretto ciclo sonno-veglia, sia in funzione dell'immediato effetto Jet-Lag dei primi giorni che dello spostamento orario nella settimana di gare. (23) Tra questi, la nutrizione ha una funzione primaria, unita a comportamenti quali la riduzione della latenza a letto, l'assenza di rumore e luce al mattino, oltre all'inserimento di un ulteriore periodo di riposo dopo il pranzo, di circa 30min (24), considerando che in periodi pre-competizione gli atleti che hanno una minore percezione dello stress psico-fisico hanno un migliore umore ed una migliore predisposizione al successo.



(25) Tuttavia, l'effetto della variazione dei ritmi circadiani, unito ad una fase di alta competizione, è un fattore che potrebbe causare la crescita ulteriore di un disturbo già fortemente presente negli atleti (26).

La nutrizione consente di favorire il sonno, con l'utilizzo di diete ricche di Tryptofano, a sua volta precursore di serotonina e melatonina, regolatori del ritmo sonno-veglia (14), diete che, se non opportunamente

disegnate allo scopo, possono produrre alterazioni nella Variabilità Cardiaca (27). Anche la melatonina può essere ottenuta dall'alimentazione, mentre la sua integrazione viene associata ad una limitazione della latenza a letto che non sembra agevolare il sonno NREM delle fasi più profonde (26; 28).

La Variabilità Cardiaca (HRV) è a sua volta influenzata dal sonno con alti livelli di correlazione tra le frequenze alte e basse (HF/LF), il che dimostra come l'attivazione del sistema simpatico sia causato da periodi di privazione del sonno (29).

Le performance in competizioni di alto livello sono quindi condizionate da numerosi aspetti, anche marginali, la cui aggregazione può portare ad una condizione di temporaneo sovraccarico: Overreaching Funzionale, che in assenza di adeguato e completo recupero può diventare Overreaching Non-Funzionale e manifestare sintomi analoghi all'Overtraining con la conseguenza di portare ad un decremento della performance (30).

Pertanto, considerato l'interesse dei vari Team ad ottimizzare la performance, abbiamo analizzato la qualità del sonno (SQ), la variabilità della frequenza cardiaca (HRV), la frequenza cardiaca a riposo (HRR) e l'indice totale di alterazione dell'umore (TMD), nel corso di una settimana di programmazione oraria basata sul programma olimpico del Nuoto a Rio2016 e gli eventuali effetti sullo stato di overreaching.



STUDIO PILOTA PER RIO 2016

MATERIALI E METODI

Tre nuotatori maschi (21 ± 1), qualificati nelle gare sprint per i giochi olimpici del 2016 a Rio, sono stati monitorati nel corso di una settimana di sedute di allenamento notturne con lo stesso crono programma delle semifinali e finali olimpiche. Si sono regolate le fasi di sonno-veglia con un inizio della fase di sonno alle 02.30, sveglia alle ore 10.30, allenamenti in piscina rispettivamente alle 12.00 e 22.00 (seconda sessione in acqua) e alle 16.00 in palestra e orari di colazione, pranzo e cena alle 11.00 (tipo brunch), alle 18.00 e alle ore 01.30.

La dieta è stata variata in funzione di un apporto totale di circa 3500 kcal distribuite per il 30% a colazione, 45% a pranzo e 25% a cena. La composizione dei macronutrienti è stata indicativamente di 50% di carboidrati, 30% di proteine e 20% di grassi, con la possibilità di variare queste due ultime percentuali, a seconda dell'impegno psico-fisico giornaliero dell'atleta.

Gli atleti sono stati monitorati durante il sonno per le valutazioni della qualità (SQ.), in cui il rapporto del tempo totale a letto è stato calcolato usando actigrafia (SenseWear, BodyMedia USA). Gli atleti sono stati monitorati nei due giorni prima dell'inizio del protocollo (T0) e nei giorni successivi, rispettivamente dopo 1, 3, 5 giorni (T1, T2, T3). La Frequenza cardiaca a riposo (HRR) e la Variabilità cardiaca (HRV) sono state valutate al risveglio (Minicardio, Hosand - Italia). Tutti gli atleti hanno risposto ad un "Eveningness/ Morningness" questio-

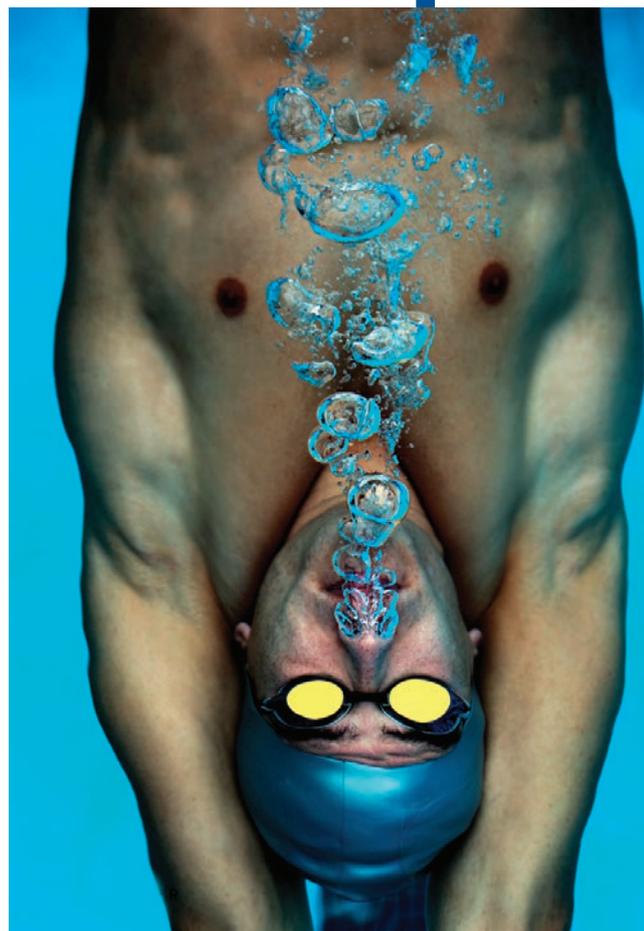
nario in relazione al profilo del cronotipo (25). La valutazione del disturbo dell'umore mediante il "Total Mood Disturbance" (TMD) è stata condotta prima e dopo la settimana di allenamento notturno. La nutrizione è stata appositamente adeguata per consentire una corretta integrazione e contribuire al mantenimento della qualità del sonno. Per ogni variabile (media e DS) abbiamo eseguito un'ANOVA univariata con fattore tempo (T0-T1-T2-Y3) per confrontare gli effetti significativi tra le singole sessioni. Contestualmente abbiamo eseguito un *t*-test per verificare eventuali differenze del TMD (all'inizio e alla fine del protocollo). Il livello di significatività è stato fissato a $p < 0.05$ utilizzando SPSS 15.0 Software.

RISULTATI

L'Univariata ANOVA ha dimostrato differenze significative nei periodi presi in analisi (T0-T1-T2-T3 -T4) per Frequenze Molto Basse "Very Low Frequency" ($F = 9.481 - p = 0.002$), a bassa frequenza "Low Frequency" ($F = 6.603 - p = 0.007$); alta frequenza "High Frequency" ($F = 9.209 - p = 0.002$) e SQ ($F = 19.189 - p < 0.0001$). Viceversa, l'ANOVA non ha mostrato alcun effetto significativo sulla HRR, ($F = 0.817 - P = 0.542$). Infine, il TMD si è rivelato molto basso alla partenza (5.50 ± 3.51 TMD), rispetto (81.00 ± 18.90 TMD) a quello rilevato durante l'ultima sessione ($p = 0.031$).

DISCUSSIONE

Questo studio ha esaminato gli effetti di una settimana svolta seguendo i programmi orari stabiliti per le competizioni del Nuoto ai Giochi Olimpici di Rio, con una particolare attenzione agli atleti che puntano alle semifinali e finali e quindi soggetti per più giorni ad uno slittamento del programma orario della giornata, con una variazione del ciclo sonno-veglia dei ritmi circadiani. I dati suggeriscono che lo spostamento dell'orario con la simulazione di gara a tarda notte tende a disincronizzare i ritmi circadiani, compromettendo lo stato fisiologico e psicologico degli atleti. I principali risultati hanno indicato che ci sono effetti sulla HRV, SQ e TMD.



Il sonno rilevato è inferiore al limite fisiologico richiesto (16) e superiore ai livelli di allerta di parziale privazione (17), a partire dal secondo giorno di protocollo.

Risultati simili sono stati riportati con uno studio che prevedeva una parziale privazione del sonno per quattro giorni per 2,5h, con una alterazione dell'umore ed un incremento della depressione, tensione, confusione, fatica, rabbia ed una diminuzione della forza. (31) Aumento dei disturbi del sonno, aumento della fatica e stanchezza, oltre ad alterazioni del sistema nervoso autonomo sono presenti nell'82% degli atleti prima delle competizioni e sembrano essere assimilati ad uno stato di overreacching nel breve periodo anche nei nuotatori (30; 32; 33); tuttavia, solo il 59% dei team sportivi ha attualmente concentrato l'attenzione su questo aspetto, adottando precise strategie (26). Le frequenze cardiache a riposo, pur non significative, hanno manifestato un incremento, segnalando un ulteriore *trend* da prendere in



considerazione, soprattutto se utilizzato dall'allenatore quale marker delle intensità di allenamento.

Il trend evidenzia una progressiva alterazione della variabilità cardiaca e, di contro, una migliore qualità del sonno dopo il quarto giorno, comunque non sufficiente a ristabilire i parametri fisiologici precedenti.

È ipotizzabile che ulteriori comportamenti ed attività possano limitare gli effetti rilevati, come quello di utilizzare una alimentazione che preveda il consumo di cibi facilmente digeribili prima dell'ultimo pasto serale, in modo tale da favorire il sonno, evitando cibi raffinati, aggiunta di sale, bevande zuccherate e cibi cucinati ad alte temperature, forno e frittture (34).

In conclusione, lo slittamento orario ha dimostrato di avere un effetto significativo sulle variabili psicologiche e fisiologiche osservate, indicando potenziali effetti sul comportamento degli atleti già dal secondo giorno. Al fine di ridurre tale impatto, maggiore enfasi deve essere posta sull'identificazione delle esigenze nutrizionali e di sonno di nuotatori d'élite ed è suggerito inoltre l'utilizzo di ulteriori forme di rilassamento quali massaggi, compressioni o stretching che, pur non essendo supportate da solide evidenze, potrebbero agevolare il rilassamento dell'atleta (35). Pertanto, per limitare gli effetti di un cambiamento indotto dei ritmi circadiani, una corretta educazione dell'atleta sembra essere particolarmente efficace con particolare enfasi alle abitudini, ai comportamenti ed al rispetto delle condizioni favorevoli ad un sonno con meno latenza, maggiore quantità e qualità, soprattutto nelle fasi più profonde (18).

PARTICOLARI SUGGERIMENTI POSSONO ESSERE SEGNALATI (28; 14), OVVERO:

- prevedere una corretta igiene del sonno che includa adeguati comportamenti ed elimini distrazioni;
- ridurre il tempo di latenza a letto ed evitare risvegli prematuri eliminando ogni fonte di luce o sonora in un ambiente tenuto a 18/19° C;
- evitare coperte o indumenti che possano causare un aumento di temperatura la notte;
- prevedere delle abitudini orarie sonno/sveglia molto accurate nei mesi precedenti con una durata del sonno non inferiore alle 7h;
- evitare l'uso di schermi computer, tablet o smartphone nell'ora precedente il sonno, preferire un libro. Eliminare la sveglia da tavolo;
- prevedere tecniche di rilassamento come visualizzazione, respirazione profonda o meditazione;
- prevedere un sonno dopo il pranzo e non oltre il primo pomeriggio, non superiore ai 30minuti;
- prevedere una idratazione a base di acqua a basso residuo fisso durante il giorno, ma limitare l'uso di bevande a tarda sera, per ridurre le interruzioni notturne a causa dell'esigenza di urinare;
- eliminare bevande a base di caffeina o di sostanze assimilabili ed energetiche;
- prevedere una dieta serale ricca di carboidrati ad alto indice glicemico per ricostituire il glicogeno muscolare unito ad alimenti ricchi di Triptofano (1g);
- limitare integratori contenenti erbe (es. Valeriana) che potrebbero avere potenziali contaminanti rilevabili ai controlli anti-doping;
- utilizzare integratori a base di BCAA, in modo tale che non si sovraccarichi il fegato dal punto di vista metabolico e allo stesso tempo si ricostituiscano le fibre muscolari;
- preferire condimenti a base di curcuma, pepe nero e zenzero, in modo tale da favorire i processi digestivi;
- dopo ogni allenamento (30 minuti) preferire il consumo di estratti di frutta e verdura e frutta secca come mandorle e noci.



Bibliografia

1. CIO, International Olympic Committee. www.rio2016.com. RIO 2016. [Online] 2016. http://www.rio2016.com.
2. *Sleep, circadian rhythms, and athletic performance.* Thun E, Bjorvatn B, Flo E, Harris A, Pallesen S. s.l. : Sleep Medicine Review, 2015.
3. *Update, Review: Time of Day Effect on Athletic Performance.* An. s.l. : The Journal of Strength and Conditioning Research, 1999.
4. *Sleep, recovery, and performance: The new frontier in high-performance athletics.* C., Samuels. s.l. : Neurologic Clinics, 2008.
5. *Sleep quality evaluation, chronotype, sleepiness and anxiety of Paralympic Brazilian athletes: Beijing 2008 Paralympic Games.* Silva A, Queiroz SS, Wincklet C, Vital R, Sousa RA, Fagundes V, Tufik S, de Mello MT. s.l. : British Journal of Sports Medicine, 2010.
6. *The time of day differently influences fatigue and locomotor activity: is body temperature a key factor?* Machado FS, Rodvalho GV, Coimbra CC. s.l. : Physiological behaviour, 2015.
7. *Factors to consider when assessing diurnal variation in sports performance: the influence of chronotype and habitual training time-of-day.* Rae DE, Stephenson KJ, Roden LC. s.l. : European Journal Apply Physiology, 2015.
8. *A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms.* Horne JA, Ostberg O. s.l. : International Journal of Chronobiology, 1976.
9. *Differential impact of chronotype on weekday and weekend sleep timing and duration.* Roepke SE, Duffy JF. s.l. : Nature and Science of Sleep, 2010.
10. *Seasonal training and performance of competitive swimmers.* Hopkins, Andrew M. Stewart · William G. s.l. : Journal of Sport Sciences, 2000.
11. *Tapering for competition, a review. I, Le Meur Y · Hausswirth C · Mujika.* s.l. : Science & Sport, 2012.
12. *Scientific Bases for Precompetition Tapering Strategies.* Padilla, Iñigo Mujika · Sabino. s.l. : Medicine & Science in Sport & Exercise, 2003.
13. *Effects of Tapering on Performance.* Mujika, Laurent Bosquet · Jonathan Montpetit · Denis Arvisais · Inigo. s.l. : Medicine & Science in Sports & Exercise, 2007.
14. *Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep.* L.Halson, Shona. s.l. : Sports Med, 2014.
15. *Slow-wave sleep: a recovery period after exercise.* Shapiro CM., Bortz R. Mitchell, et all. s.l. : Science, 1981.
16. *Sleep in America.* Foundation, National Sleep. s.l. : National sleep foundation, 2006.
17. *Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy.* Leeder J, Glaister M, Pizzoferro K, et all. s.l. : Journal Sport Science, 2012.
18. *Sleep, circadian rhythms, and athletic performance.* Eirunn Thun, Bjørn Bjorvatn, Elisabeth Flo, Anette Harris, Ståle Pallesen., s.l. : Sleep Medicine Reviews, 2015.
19. *Sleep and exercise: A reciprocal issue?* Léger, Mounir Chennaoui · Pierrick J. Arnal · Fabien Sauvet · Damien. s.l. : Sleep Medicine Reviews, 2014.
20. *A Review of Evidence for the Link Between Sleep Duration.* Gangwisch, James E. s.l. : American Journal of Hypertension, 2014.
21. *Applied Physiology of swimming.* Lavoie JM, Montpetit RR. s.l. : Sports Med, 1986.
22. *Performance evaluation of swimmers: scientific tools.* Smith DJ, Norris SR, Hogg JM. s.l. : Sports Med, 2002.
23. *Coping with jet-lag: A position statement for the European College of Sport Science.* ECSS. s.l. : European College of Sport Science, 2007.
24. *The role of post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation.* Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B. et all. s.l. : Journal of Sport Science, 2007.
25. *Stress Biomarkers, Mood States, and Sleep during a Major Competition: "Success" and "Failure" Athlete's Profile of High-Level Swimmers.* Chennaoui M., Bougard C., Drogou C., Langrume C., Miller C., Gomez-Merino D., and Vergnoux F. s.l. : Frontiers in Physiology, 2016.
26. *Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions.* Laura E. Juliff, Shona L. Halson, Jeremiah J. Peiffer. s.l. : Journal of Science and Medicine in Sport, 2014.
27. *Can nutrition influence circadian rhythm and heart rate variability? all, Singh RB. et. s.l. : Biomedical Pharmacoter, 2001.*
28. *The Importance of Sleep for Athletic Performance.* Turner, Geoff J.G. Marshall · Anthony N. s.l. : Strength and conditioning journal, 2016.
29. *Point Process Heart Rate Variability Assessment during Sleep Deprivation.* L Citi, EB Klerman, EN Brown, R Barbieri. s.l. : Computing in Cardiology Conference, 2010.
30. *Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining syndrome.* ROMAIN MEEUSEN, MARTINE DUCLOS, MICHAEL GLEESON, GERARD RIETJENS, JURGEN STEINACKER, & AXEL URHAUSEN. s.l. : European Journal of Sport Science, 2006.
31. *Effects of sleep loss and time of day in swimmers.* Sinnerton S, Reilly T. London : Biomechanics and medicine in swimming: swimming science IV, 1992.
32. *Overtraining in elite athletes.* Kuipers, H., & Keizer, H. s.l. : Sports Medicine, 1988.
33. *Mood disturbance following increased training in Swimmers.* Morgan, W., Costill, D., Flynn, M., Raglin, J., & O'Connor, P. s.l. : Medicine and Science in Sports and Exercise, 1988.
34. *Is it time to turn our attention toward central mechanisms for post-exertional recovery strategies and performance?* Ben Rattray, Christos Argus, Kristy Martin, Joseph Northey and Matthew Driller. s.l. : Frontiers in Physiology, 2015.
35. *Recovery in soccer: part2 - recovery strategies.* Nédélec M, McCall A, Carling C, et al. s.l. : Sports Med, 2012.