

Biathlon: dove velocità e precisione si incontrano

Alberto Fiaschè

Psicologo

Riassunto

Il biathlon rappresenta un modello sportivo complesso, in cui si intrecciano lo sforzo fisico ad alta intensità dello sci di fondo con la precisione richiesta nel tiro a segno. Questa rassegna della letteratura scientifica recente analizza l'interazione tra queste due componenti apparentemente contrastanti, mettendo in luce i meccanismi fisiologici, biomeccanici, cognitivi e psicologici che ne influenzano la performance. L'analisi evidenzia una dicotomia centrale: da un lato, lo sci con tecnica skating impone elevati carichi aerobici e anaerobici, dall'altro, il tiro richiede controllo neuromotorio fine, stabilità posturale e regolazione dell'arousal, spesso in condizioni di affaticamento estremo. La componente tattica del biathlon si è evoluta con l'introduzione di nuove formule di gara, accentuando la rilevanza del pacing, della gestione energetica e delle decisioni rapide sotto pressione. Tra i modelli teorici emergenti, il modello biopsicosociale offre una cornice interpretativa integrata, considerando l'interazione dinamica tra corpo, mente e ambiente di gara. Esso spiega come lo stress fisiologico possa influenzare negativamente la precisione del tiro, creando un circolo vizioso tra fatica, instabilità e decremento prestativo. Le implicazioni pratiche suggeriscono un approccio all'allenamento multidimensionale, che includa componenti condizionali, tecniche e psicologiche, con l'utilizzo di strategie come il biofeedback, il training attentivo e la simulazione di gara. Ulteriori ricerche sono necessarie per approfondire l'integrazione tra prestazione motoria e regolazione cognitiva nel contesto competitivo del biathlon.

Parole chiave: sci di fondo, carabina, sci, controllo, equilibrio, stabilità, performance e skating.

Abstract

Biathlon represents a complex sport model that intertwines the high-intensity physical demands of cross-country skiing with the precision required in rifle shooting. This review of recent scientific literature examines the interaction between these seemingly contrasting components, highlighting the physiological, biomechanical, cognitive, and psychological mechanisms that influence performance. The analysis reveals a central dichotomy: on one hand, skating-style skiing imposes significant aerobic and anaerobic loads; on the other, shooting demands fine neuromotor control, postural stability, and arousal regulation—often under conditions of extreme fatigue. The tactical component of biathlon has evolved with the introduction of new race formats, increasing the importance of pacing, energy management, and rapid decision-making under pressure. Among emerging theoretical models, the biopsychosocial framework offers an integrated perspective, considering the dynamic interaction between body, mind, and competitive environment. It explains how physiological stress can negatively affect shooting accuracy, creating a vicious cycle of fatigue, instability, and performance decline. Practical implications suggest a multidimensional training approach that integrates physical, technical, and psychological components, including strategies such as biofeedback, attentional training, and race simulation. Further research is needed to deepen our understanding of how motor performance and cognitive regulation interact in the competitive context of biathlon.

Keywords: cross-country skiing, rifle, skis, control, balance, stability, performance, and skating.

Contatti:
Alberto Fiaschè
alberto.fiasche@hotmail.it

Articolo revisionato da:
Francesco Di Gruttola

Coordinatrice Editoriale:
Francesca Vitali

Citazione:

Fiaschè, A. (2025). Biathlon: dove
velocità e precisione si incontrano.
PSE Psicologia dello Sport e
dell'Esercizio, 2(2).

© Copyright2025. L'autore/Gli autori
assegnano/assegnano a PSE Psicologia
dello Sport e dell'Esercizio il diritto di
prima pubblicazione dell'opera,
contemporaneamente licenziata sotto una
Licenza Creative Commons - Attribuzione
che permette ad altri di condividere
l'opera indicando la paternità
intellettuale e la prima pubblicazione su
questa rivista.



Introduzione

Il biathlon, disciplina olimpica che unisce lo sci di fondo con tecnica skating e il tiro con carabina, rappresenta un caso unico nel panorama sportivo per la combinazione simultanea di richieste fisiche ad alta intensità e precisione neuromotoria. Questo sport impone agli atleti di alternare sforzi aerobici e anaerobici intensi a momenti che richiedono stabilità posturale, controllo motorio fine e gestione ottimale dello stato psicofisiologico (Heinrich, Stoll, & Cañal-Bruland, 2021). Tale alternanza rende il biathlon un modello paradigmatico di prestazione complessa, multidimensionale e integrata. Negli ultimi decenni, l'interesse scientifico per il biathlon è cresciuto, spinto sia dall'evoluzione tecnica della disciplina che dall'introduzione di nuove formule di gara, come sprint, pursuit e mass start, che ne hanno ampliato la componente tattica (Laaksonen, Finkenzeller, Holmberg, & Sattlecker, 2018). In risposta a queste trasformazioni, anche l'analisi della performance ha assunto una prospettiva sempre più olistica, coinvolgendo ambiti fisiologici, biomeccanici, psicologici e cognitivi (Staunton, Jonsson Kårström, Björklund, & Laaksonen, 2023). Sul piano fisiologico, il biathlon richiede una solida base aerobica, ma anche la capacità di sostenere picchi di intensità, soprattutto nei tratti in salita o durante le accelerazioni tattiche (Sandbakk & Holmberg, 2017; Solli, Flom, & Talsnes, 2023). La presenza costante della carabina, con un peso di circa 3,5 kg, modifica significativamente la biomeccanica della sciata e impone adattamenti specifici (Stöggl, Lindinger, & Müller, 2015). In parallelo, la fase di tiro, effettuata in condizioni di affaticamento, implica una transizione rapida verso uno stato di quiete motoria e mentale, durante la quale l'atleta deve mantenere elevati livelli di concentrazione e controllo esecutivo (Laaksonen et al., 2018; Helin, Sihvonen, Kuitunen, & Hynynen, 2014).

Evoluzione tecnica e richieste strategiche

L'evoluzione storica del biathlon ha trasformato radicalmente le richieste tecniche e tattiche della disciplina. A partire dagli anni '80, la tecnica skating ha progressivamente soppiantato quella classica, favorendo un incremento delle velocità medie e della dinamica di gara (Laaksonen, Finkenzeller, Holmberg, & Sattlecker, 2018). Parallelamente, l'introduzione di nuove modalità di gara – sprint, pursuit, mass start – ha accentuato la componente tattica. In particolare, nella mass start, le scelte strategiche in termini di posizionamento, pacing e gestione dello sprint finale sono spesso decisive (Heinrich et al., 2021). Questa dimensione tattica pone gli atleti di fronte a un dilemma costante: spingere per guadagnare terreno, o risparmiare energie in vista dei poligoni di tiro o dell'ultima salita. La capacità di prendere decisioni rapide e accurate sotto pressione è pertanto diventata una competenza fondamentale, che coinvolge non solo il giudizio fisiologico del proprio stato, ma anche processi di attenzione selettiva e anticipazione.

Aspetti fisiologici e biomeccanici

Sotto il profilo fisiologico, il biathlon è classificabile come sport di endurance, con un'alta dipendenza dal metabolismo aerobico, ma con fasi ad altissima intensità, specialmente in salita, che richiedono anche una solida base anaerobica (Rundell & Bacharach, 1995; Sandbakk & Holmberg, 2017). Le moderne strategie di allenamento per biatleti d'élite prevedono un'ampia predominanza di sessioni a bassa intensità (fino all'85% del totale), integrate da sedute ad alta intensità e allenamenti per la forza e la potenza, soprattutto del tronco e degli arti superiori (Solli, Flom, & Talsnes, 2023). Un elemento distintivo del biathlon rispetto allo sci di fondo è il trasporto obbligatorio della carabina, che pesa circa 3,5 kg. Tale carico modifica la biomeccanica della sciata e aumenta il dispendio energetico, specie in salita e tra le atlete di sesso femminile (Stöggl, Lindinger, & Müller, 2015). L'adattamento a questa condizione è oggetto di specifici protocolli di allenamento: Jonsson Kårström et al. (2021) hanno dimostrato che l'introduzione sistematica del carico del fucile durante le sessioni su roller ski migliora significativamente l'economia del gesto e la prestazione. Nel biathlon, la capacità di gestire le sottotecniche dello skating – note come Gear 1 a Gear 5 – rappresenta una componente tecnica cruciale. Le Gears 2 e 3 sono le più usate nelle salite, che costituiscono i segmenti più selettivi della gara (Sandbakk et al., 2011). Una transizione fluida tra le sottotecniche è indice di elevata efficienza meccanica, soprattutto nei tratti con variazioni di pendenza. Studi recenti (Staunton, Jonsson Kårström, Björklund, & Laaksonen, 2023) hanno analizzato le strategie di micro-pacing, mostrando che nei tratti brevi e critici (curva, tratto dopo il poligono) i migliori atleti ottengono vantaggi significativi in termini di tempo grazie a una più efficiente distribuzione dello sforzo.

Il tiro: tra controllo neuromotorio e pressione psicologica

La fase di tiro costituisce la parte più critica e delicata del biathlon. Richiede una transizione repentina da una condizione di sforzo elevato – con frequenze cardiache prossime al 90% della HRmax – a una condizione di calma relativa (60–70%) nel giro di pochi secondi (Laaksonen et al., 2018). Durante il tiro, ogni instabilità posturale, anche minima, può compromettere l'esito della serie. Studi biomeccanici hanno evidenziato che l'oscillazione del corpo aumenta significativamente dopo esercizio fisico intenso, soprattutto nel tiro in piedi (Hoffman et al., 1992; Sattlecker, Buchecker, Müller, & Lindinger, 2017). Ihalaïnen et al. (2016) hanno dimostrato che nel tiro prono la stabilità verticale del fucile è il miglior predittore di precisione. Allo stesso tempo, la capacità di sincronizzare lo sparo con la fase di diastole cardiaca – in cui il corpo è meccanicamente più stabile – è stata associata a migliori risultati (Helin, Sihvonen, Kuitunen, & Hynynen, 2014). La qualità del tiro, infine, dipende anche dalla capacità di premere il grilletto in modo fluido e coerente, evitando movimenti bruschi che alterano la traiettoria del colpo (Sattlecker et al., 2017).



Discussione

Sul piano psicologico, il biathlon impone un notevole carico cognitivo. I biatleti devono gestire la pressione del risultato, la fatica fisica, la necessità di mantenere l'attenzione focalizzata e la capacità di inibire distrazioni interne ed esterne. Le ricerche neuropsicologiche hanno dimostrato che atleti esperti presentano livelli più elevati di attività theta frontale – indicativa di attenzione sostenuta e controllo esecutivo – rispetto ai principianti (Doppelmayr, Sauseng, & Klimesch, 2008). Inoltre, prima del tiro si osserva una riduzione dei potenziali lenti cerebrali (SPN), interpretata come segno di preparazione motoria efficiente (Kontinen, Lyytinen, & Era, 2008). Un fattore attentivo chiave è la strategia visiva del “quiet eye”: si tratta di una fissazione stabile e prolungata sul bersaglio prima del colpo. Questo pattern visivo, comune tra gli atleti esperti, è correlato a una maggiore probabilità di colpire il bersaglio e a una miglior gestione dell'arousal (Janelle et al., 2000). La regolazione dello stress, pertanto, non è solo una questione emotiva ma coinvolge processi percettivi, attentivi e motori altamente integrati. Heinrich et al. (2021) propongono un modello biopsicosociale per spiegare la prestazione nel biathlon, integrando variabili fisiologiche ($VO_2\max$, economia di movimento), biomeccaniche (stabilità, tecnica), psicologiche (regolazione dell'arousal, attenzione) e sociali (ambiente di gara, feedback). Tale modello consente di comprendere come lo stress fisico possa alterare l'equilibrio posturale, influenzando la precisione di tiro, e a sua volta modificare lo stato emotivo dell'atleta, innescando una spirale di decremento prestazionale. Ne deriva che l'allenamento del biatleta moderno deve includere non solo lo sviluppo delle capacità condizionali e tecniche, ma anche interventi di preparazione mentale, simulazioni di gara e tecniche come il biofeedback o l'allenamento del quiet eye.

Conclusione

Il biathlon si conferma una delle discipline più complesse e affascinanti del panorama sportivo moderno, non solo per l'interazione tra fatica fisica e precisione tecnica, ma soprattutto per le profonde implicazioni cognitive e psicologiche che essa comporta. Le fasi di transizione tra sciata e tiro pongono l'atleta in una condizione di forte dissonanza fisiologica: la richiesta di passare rapidamente da uno stato di iperattivazione motoria a uno stato di controllo fine e stabilità posturale sfida i meccanismi di autoregolazione psicofisiologica dell'individuo. La letteratura attuale evidenzia come elementi quali la regolazione dell'arousal, il controllo attentivo, la gestione dello stress competitivo e la capacità di decision-making in condizioni di pressione abbiano un impatto diretto e misurabile sulla prestazione al tiro (Abrahamsen, Kvam, & Sæther, 2024; Heinrich, Stoll, & Cañal-Bruland, 2021). In particolare, strategie visive come il “quiet eye”, la sincronizzazione motoria con il ciclo cardiaco e l'attivazione delle aree frontali del cervello legate al controllo esecutivo rappresentano marcatori chiave della prestazione d'élite (Janelle et al., 2000; Doppelmayr, Sauseng, & Klimesch, 2008). Il modello biopsicosociale proposto da Heinrich et al. (2021) offre una cornice teorica adeguata per integrare queste dimensioni, suggerendo che la prestazione nel biathlon non può essere compresa né ottimizzata senza un approccio olistico che tenga conto dell'interazione dinamica tra variabili corporee, mentali e ambientali. Allenare l'atleta moderno, pertanto, significa lavorare su tre livelli: fisico, tecnico e psicologico. Le implicazioni pratiche sono molteplici. L'utilizzo del biofeedback per migliorare la consapevolezza corporea, l'allenamento del “quiet eye” per rafforzare la stabilità attentiva, la simulazione di scenari di gara per accrescere la resilienza mentale e la gestione dello stress in condizioni di affaticamento rappresentano strategie promettenti e già adottate da diverse squadre nazionali. Tuttavia, permane la necessità di ricerche longitudinali che analizzino in modo sistematico l'interazione tra i domini cognitivi e motori nel biathlon competitivo. In sintesi, il biathlon sfida il concetto tradizionale di performance sportiva come somma di capacità tecniche e condizionali, imponendo una visione più ampia, in cui l'equilibrio tra mente e corpo diventa il vero elemento discriminante dell'eccellenza.

Bibliografia

- Abrahamsen, F. E., Kvam, A., & Sæther, S. A. (2024). Psychological determinants in biathlon performance: A U23 national team case study. *Sports*, 12(2), 38. <https://doi.org/10.3390/sports12020038>
- Birinci, C. (2022). Determination of oxidative stress level and antioxidant enzyme activities in biathlon athletes and sedentary athletes. *Progress in Nutrition*, 24(3), e2022103. <https://doi.org/10.23751/pn.v24i3.13273>
- Doppelmayr, M., Sauseng, P., & Klimesch, W. (2008). EEG alpha power and alpha asymmetry in athletes during shooting performance. *Biological Psychology*, 78(2), 127–132. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.01.006>
- Heinrich, L., Stoll, O., & Cañal-Bruland, R. (2021). Biathlon performance and the biopsychosocial model: A theoretical framework for integrated performance diagnostics. *Journal of Sports Sciences*, 39(10), 1157–1166. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1847482>



- Helin, P., Sihvonen, T., Kuitunen, S., & Hynynen, E. (2014). Influence of cardiac cycle on shooting performance in biathlon. *Journal of Sports Sciences*, 32(11), 1011–1015. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.868917>
- Ihalainen, S., Kuitunen, S., Mononen, K., & Linnamo, V. (2016). Technical determinants of biathlon shooting performance before and after race. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(5), 594–602. <https://doi.org/10.1111/sms.12487>
- Janelle, C. M., Hillman, C. H., Apparies, R. J., Murray, N. P., Meili, L., Fallon, E. A., & Hatfield, B. D. (2000). Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 22(2), 167–182. <https://doi.org/10.1123/jsep.22.2.167>
- Jonsson Kårström, M., Staunton, C. A., Laaksonen, M. S., & Björklund, G. (2021). Effects of rifle carriage on skiing economy and performance in biathlon. *European Journal of Sport Science*, 21(7), 982–991. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1814263>
- Konttinen, N., Lyytinen, H., & Era, P. (2008). Brain slow potentials and shooting performance in rifle shooters. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(2), 212–227. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2007.04.004>
- Laaksonen, M. S., & Björklund, G. (2025). Performance indicators in women's and men's biathlon relay. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17, 99. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01160-z>
- Laaksonen, M. S., Finkenzeller, T., Holmberg, H. C., & Sattlecker, G. (2018). The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects and track characteristics on biathlon performance: A review. *Journal of Sports Sciences*, 36(4), 392–404. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1309994>
- Rundell, K. W., & Bacharach, D. W. (1995). Physiological characteristics of competitive female Olympic-style biathletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(1), 141–147. <https://doi.org/10.1249/00005768-199501000-00023>
- Sandbakk, Ø., & Holmberg, H. C. (2017). Physiological capacity and training routines of elite cross-country skiers: Approaches to optimize performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(8), 1000–1006. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0749>
- Sandbakk, Ø., Losnegard, T., Skattebo, Ø., Hegge, A. M., Tønnessen, E., & Holmberg, H. C. (2011). Analysis of pacing strategies in elite cross-country skiers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 217–225. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.2.217>
- Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E., & Lindinger, S. J. (2017). Postural balance and rifle stability during standing shooting on an indoor gun range without physical stress in different groups of biathletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 12(5), 603–610. <https://doi.org/10.1177/1747954117727702>
- Solli, G. S., Flom, S., & Talsnes, R. K. (2023). Long term development of performance, physiological, and training characteristics in a world class female biathlete. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1197793. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1197793>
- Staunton, C. A., Jonsson Kårström, M., Björklund, G., & Laaksonen, M. S. (2023). Performance and micro pacing strategies in biathlon skiing. *Journal of Science in Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.1007/s42978-023-00237-w>