



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2020/2021

Campus Universitario di Savona

Titolo tesi

Caratteristiche cliniche e strategie di gestione dell'atleta con
Post-Concussion Syndrome: una revisione della letteratura

Candidato:

Dott. FT Daniele Signorelli

Relatore:

Dott. FT OMPT Simone De Luca

INDICE

INDICE	Pag.2
ABSTRACT.....	Pag.3
INTRODUZIONE.....	Pag.5
Definizione.....	Pag.5
Fisiopatologia	Pag.9
Epidemiologia ed Incidenza.....	Pag.11
La concussion nello Sport.....	Pag.11
Caratteristiche cliniche e Sintomatologia della PCS.....	Pag.13
▪ Sintomi Fisici.....	Pag.13
▪ Cambiamenti Cognitivi.....	Pag.14
▪ Sintomi Emotivi.....	Pag.14
Diagnosi.....	Pag.15
▪ Diagnosi Clinica.....	Pag.15
▪ Test diagnostici.....	Pag.17
Scopo dell'elaborato.....	Pag.18
MATERIALI E METODI.....	Pag.19
RISULTATI	Pag.22
DISCUSSIONI.....	Pag.29
LIMITI.....	Pag.41
CONCLUSIONI.....	Pag.47
BIBLIOGRAFIA	Pag.48

ABSTRACT

Background

La concussione cerebrale o *concussion* è un tipo di lesione cerebrale traumatica o TBI (Traumatic brain injury); è tra le condizioni neurologiche acquisite che si verificano più frequentemente, ed una delle forme più comuni legata allo sport (Sport-Related Concussion o SRC), tra le più difficili da diagnosticare tanto che, spesso, non viene riconosciuta.

Il CDC (Centers for Disease Control and Prevention), definisce il TBI come un'interruzione della normale funzione cerebrale che può essere causata da un colpo di frusta, urto o impatto alla testa che induce quest'ultima e il cervello a muoversi rapidamente avanti e indietro.

A seguito di una concussione cerebrale, gli atleti possono manifestare una varietà di sintomi, inclusi cefalea, vertigini, stato confusionale e deficit di attenzione, così come i disturbi cognitivi, vestibolari e oculo-motori, rientrando in uno specifico quadro clinico noto come *Post Concussion syndrome (PCS)*.

La *Post Concussion syndrome (PCS)* si presenta con effetti cognitivi, emotivi e fisici diffusi.

Non riflette pertanto una singola entità fisiopatologica, ma descrive una costellazione di sintomi post-traumatici aspecifici che possono essere collegati a patologie coesistenti e/o confondenti. È necessaria una valutazione clinica multimodale dettagliata per identificare processi primari e secondari specifici.

La gestione dell'atleta quindi è impegnativa a causa dell'aspecificità dei sintomi della PCS e dovrebbe avvenire in un ambiente collaborativo multidisciplinare, con operatori sanitari con esperienza in PCS.

Obiettivo della tesi

La nostra comprensione della concussione nell'atleta si sta evolvendo man mano che si svolgono studi relativi allo sport, ma le informazioni attuali sulla PCS a volte vengono dedotte dalla ricerca relativa alla mTBI non sportiva. Lo scopo di questa revisione della letteratura sarà quello di esaminare le controversie e le ultime scoperte scientifiche relative alla PCS, in particolare per quanto riguarda gli atleti, con particolare focus sul timing e sulle modalità di *Return to play* (ritorno al gioco).

Metodi

Sono stati considerati tutte le tipologie di studi osservazionali e studi randomizzati controllati (RCT) in inglese, riguardanti il management dell'atleta con PCS, escludendo la fascia pediatrica e la prima adolescenza, mirando l'attenzione degli studi alle modalità e tempistiche di RTP (Return to play). L'indagine è stata condotta nel periodo compreso tra settembre 2021 ed aprile 2022 su due delle principali banche dati biomediche quali Medline (Pubmed) e The Cochrane Library

Risultati

La ricerca ha prodotto un totale di 6 articoli (uno studio di coorte e nessun RCT).

Tutti gli articoli inclusi nella revisione, si soffermano sulle modalità di Return to Play nell'atleta con PCS (esclusa fascia pediatrica e prima adolescenza).

Il livello di evidenza generale è molto basso a causa della bassa qualità metodologica degli studi inclusi.

Conclusioni

Il *Return to Play* dell'atleta con PCS, è un processo complesso, multidimensionale e influenzato dall'interazione dinamica di più variabili.

La letteratura rimane concorde sul fatto che l'atleta per rientrare in campo deve superare la fase dove manifesta sintomi, e deve essere totalmente asintomatico. Il Gratuated Return To play Protocol, rappresenta il miglior approccio per riportarlo in campo.

Non esistono linee guida basate sull'evidenza che aiutino l'operatore a gestire la concussion cerebrale, dunque sono necessarie ulteriori, più recenti e robuste ricerche per stabilire una valutazione complessiva adeguata, e determinare le linee guida per un preciso e sicuro management e RTP decision dell'atleta con PCS.

INTRODUZIONE

Definizione

La concussione cerebrale o *concussion* è un tipo di lesione cerebrale traumatica o mTBI (Mild Traumatic brain injury) ed è tra le condizioni neurologiche acquisite che si verificano più frequentemente, una delle forme più comuni legata allo sport (Sport-Related Concussion o SRC), ed è tra le più difficili da diagnosticare tanto che, spesso, non viene riconosciuta.

Il CDC (Centers for Disease Control and Prevention) [1], definisce il mTBI come un'interruzione della normale funzione cerebrale che può essere causata da forze biomeccaniche dirette o indirette, tra cui l'accelerazione-decelerazione lineare e le forze di rotazione che agiscono sul cervello a seguito di un evento traumatico, con conseguente movimento improvviso dell'encefalo all'interno della teca cranica e si manifesta con un'immediata, breve e transitoria, alterazione delle funzioni neurali. Questo movimento improvviso può danneggiare le cellule cerebrali, creando squilibri neurochimici (uno shock energetico e neuro-metabolico cellulare dell'encefalo, in cui i livelli di potassio extracellulare e di sodio e calcio intracellulari sono alterati). Tuttavia i risultati di neuroimaging strutturali come la tomografia computerizzata o la risonanza magnetica risultano spesso normali.

Anche per questo forse, il mTBI rappresenta il più intrigante tipo di lesione cerebrale post-traumatica proprio perché, a differenza degli altri tipi di trauma, non si ha mai evidenza del danno anatomico.

Dunque, il lato “oscuro” della *concussion* non risiede solo nella difficoltà di diagnosi e in quella di stabilire i tempi di guarigione dei soggetti che ne soffrono, ma anche nella sua fisiopatologia.

La maggior parte degli atleti sperimenta un completo recupero spontaneo da una concussione cerebrale. Tuttavia, una minoranza clinicamente significativa di pazienti sperimenta la sindrome post-concussione cerebrale (*Post Concussion Syndrome* o *PCS*), una complessa costellazione di sintomi che persiste per un lungo periodo di tempo dopo

il trauma iniziale. Nonostante si parli solo di un 5%-20% di pazienti, data l'elevata prevalenza di concussion, un numero considerevole di atleti ogni anno negli Stati Uniti può sperimentare PCS (2,3).

La nostra comprensione della concussion cerebrale sportiva si sta evolvendo man mano che si svolgono studi relativi allo sport, ma le informazioni attuali sulla PCS a volte vengono dedotte dalla ricerca mTBI non sportiva.

Il fattore distintivo tra i sintomi da concussion cerebrale, e la sindrome post-concussione cerebrale (PCS) è la durata della persistenza dei sintomi. Il *cut-off* tra la spontanea risoluzione dei sintomi in una concussion cerebrale, e l'inizio della PCS, è definito in modo variabile e ambiguo in letteratura.

Tra le definizioni esistenti, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha definito la PCS nel 1992 come una sindrome che si verifica a seguito di un trauma cranico (di solito sufficientemente grave da provocare la perdita di coscienza) e include tre o più dei seguenti otto sintomi: 1) mal di testa, 2) vertigini, 3) affaticamento, 4) irritabilità, 5) difficoltà a concentrarsi e svolgere compiti mentali (perdita della *working memory*), 6) compromissione della memoria, 7) insonnia e 8) ridotta tolleranza allo stress, all'eccitazione emotiva o all'alcol (4).

L'aggiornamento online del 2007 dell'ICD-10 ha eliminato il cut-off di tre sintomi e ha invece fatto riferimento a "un numero qualsiasi di questi sintomi disparati" (4). Non vi è alcuna specifica in questa definizione per quanto tempo devono essere presenti i sintomi per stabilire una diagnosi di PCS.

Al contrario, i criteri del Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali (DSM-V) per il disturbo post-concussione cerebrale nel 1994 (5) incorporano una storia di trauma cranico che include due dei seguenti: perdita di coscienza per 5 minuti o più, amnesia post-traumatica di 12 ore o più, o insorgenza di convulsioni entro 6 mesi dall'infortunio. Inoltre, devono esserci difficoltà di concentrazione e apprendimento o memoria e tre dei seguenti sintomi che compaiono dopo l'infortunio e persistono per 3 o più mesi: facile affaticabilità, disturbi del sonno, mal di testa, vertigini, irritabilità, ansia o depressione, cambiamento di personalità, o apatia (5).

Le definizioni fin qui elencate per le caratteristiche dei criteri diagnostici mal si adattano alle PCS che insorgono in ambito sportivo, infatti i parametri individuati dal DSM-V

per le lesioni alla testa sono troppo severi, poiché il 90% delle concussioni cerebrali non comporta la perdita di coscienza (6), il disturbo convulsivo è una rara conseguenza della concussione cerebrale e l'amnesia anche di pochi secondi è risultata altamente predittiva di deficit neurocognitivi post-lesione (7).

La diagnosi dell'ICD-10 non è specifica perché questi criteri non sono stati in grado di distinguere i PCS da individui con dolore cronico, trauma non cerebrale, malattie psichiatriche o problemi medici minori (8).

Pertanto emerge la necessità di una definizione più affidabile e contesto-specifica al fine di migliorare l'accuratezza e la specificità della ricerca scientifica e di fornire maggiore chiarezza e omogeneità alle discussioni in merito agli atleti con PCS.

In letteratura, ad oggi la definizione di PCS negli atleti che sembra godere di maggiore consenso sembrerebbe essere quella che la descrive come la persistenza di sintomi cognitivi, fisici o emotivi post-trauma cranico per un periodo di tempo più lungo del normale. I sintomi persistenti da 1 a 6 settimane sono stati suggeriti come cut-off per fare la diagnosi di PCS correlato allo sport (D. McKeag and K. Harmon, personal communication, October 2009).

Definition of Concussion per Zurich 2009 Consensus Statement (36)	
Concussion is defined as a complex pathophysiological process affecting the brain, induced by traumatic biomechanical forces. Several common features that incorporate clinical, pathological, and biomechanical injury constructs that may be utilized in defining the nature of a concussive head injury include:	
1.	Concussion may be caused either by a direct blow to the head, face, neck, or elsewhere on the body with an "impulsive" force transmitted to the head.
2.	Concussion typically results in the rapid onset of short-lived impairment of neurologic function that resolves spontaneously.
3.	Concussion may result in neuropathological changes, but the acute clinical symptoms largely reflect a functional disturbance rather than a structural injury.
4.	Concussion results in a graded set of clinical symptoms that may or may not involve loss of consciousness. Resolution of the clinical and cognitive symptoms typically follows a sequential course; however, it is important to note that, in a small percentage of cases, postconcussive symptoms may be prolonged.
5.	No abnormality on standard structural neuroimaging studies is seen in concussion.

Tabella 1-Definizione di Concussion Cerebrale in "Consensus Statement on Concussion in Sport: The 3rd International Conference on Concussion in Sport Held in Zurich, November 2008", Paul McCrory et al.

Fisiopatologia

L'attuale comprensione della fisiopatologia della concussion cerebrale e della disfunzione cellulare che si verifica guida l'approccio all'eventuale RTP dell'atleta.

La fisiopatologia della concussion comprende una combinazione di lesioni metaboliche, fisiologiche e microstrutturali al cervello (*Teoria della cascata neurometabolica*).

Essa teorizza che le concussioni provocano danni cellulari microscopici e l'interruzione del normale equilibrio della membrana cellulare. Quest'ultima e lo stiramento assonale causano una depolarizzazione cellulare e il rilascio di aminoacidi eccitatori, alterando l'equilibrio ionico della cellula. La pompa Na⁺/K⁺ ATP-dipendente si attiva per ripristinare il normale equilibrio ionico della cellula. Questo percorso glicolitico, dipendente dall'energia, porta infine all'accumulo di lattato. Il Ca²⁺ si precipita nei mitocondri e inibisce i processi ossidativi, che portano e sono accompagnati da danni secondari alla struttura assonale.

C'è un'iperglicolisi iniziale che si verifica subito dopo la lesione e può durare fino a 30 minuti. Tale processo genera un ipometabolismo da glucosio che può durare giorni.

Nelle lesioni cerebrali più gravi, è ben descritta la compromissione del flusso sanguigno cerebrale che limita la capacità delle cellule di acquisire più glucosio.

Altre teorie in letteratura hanno affermato un'origine psicogena in natura, tuttavia, è possibile che entrambe forniscano un contributo significativo alla PCS (22). I sintomi sono coerenti con il risultato di PCS da danno del sistema nervoso autonomo, che si verifica a carico della sostanza bianca tra i centri di controllo corticale e il controllo del nervo vago attraverso il midollo spinale. Ciò colpisce sia il sistema nervoso simpatico che quello parasimpatico. Di conseguenza, i pazienti sperimenteranno spesso sintomi compatibili con la depressione.

Il danno al sistema nervoso autonomo causa anche difficoltà nel controllo del flusso ematico cerebrale, della pressione sanguigna e della frequenza cardiaca che portano a vertigini, mal di testa, confusione, difficoltà di concentrazione e ipotensione ortostatica. Le diminuzioni del flusso sanguigno cerebrale a riposo nell'immediato periodo post-lesione possono spiegare i sintomi del PCS descritti sopra. Inoltre, l'aumento del flusso

sanguigno cerebrale dopo l'infortunio può causare mal di testa, alterazioni della vista e vertigini che portano all'intolleranza all'esercizio. La variabilità della frequenza cardiaca dovuta a danni nei tratti del nervo vago provoca aumenti sproporzionati della pressione sanguigna e della frequenza cardiaca durante l'esercizio, causando affaticamento precoce (23).

I sintomi cardinali presentati nei pazienti con PCS includono mal di testa, vertigini e disturbi del sonno, che a loro volta sono tutti simili alla somatizzazione osservata nei disturbi psichiatrici tra cui depressione, ansia e disturbo da stress post-traumatico (PTSD). I deficit cognitivi osservati nell'ansia e nella depressione sono simili a quelli osservati nella PCS e migliorano con il trattamento antidepressivo (24).

La confusione su una definizione chiara di PCS e la mancanza di risultati sull'imaging standard ha portato a un dibattito significativo nella letteratura neuropsichiatrica, con alcuni autori che hanno concluso che la persistenza dei sintomi post-concussione cerebrale non è una conseguenza di un danno cerebrale ma piuttosto è causata da una malattia psicologica (25,26,27). Alcuni dati di letteratura suggeriscono che anche in assenza di malattie psichiatriche pre-lesione, lo stress della lesione si traduce in depressione e ansia, che interrompe la concentrazione e altre operazioni mentali (28).

Alcuni autori sostengono che la PCS è causata dalle aspettative percepite a seguito di un trauma cranico, è influenzata da meccanismi di coping scadenti ed è prolungata da fattori motivazionali e finanziari (27). Altri autori hanno suggerito che l'uso del termine PCS da parte dei professionisti porta a un errore di attribuzione (pazienti che credono che i sintomi siano causati da lesioni cerebrali meccaniche) e crea falsamente un'epidemia tra i pazienti (26).

Epidemiologia ed Incidenza

Negli Stati Uniti, ogni anno, circa 170 milioni di adulti partecipano ad attività fisiche, inclusi gli sport (10).

Si stima inoltre che 1,7 milioni di persone subiscono un trauma cranico all'anno, associato a 1.365 milioni di visite al pronto soccorso e 275.000 ricoveri all'anno con costi diretti e indiretti associati stimati in 60 miliardi di dollari negli Stati Uniti nel 2000. (11,12)

Inoltre, dai dati dei Centers for Disease Control emerge che la frequenza del trauma cranico nelle attività sportive e ricreative si attesti tra gli 1,6 e i 3,8 milioni di casi (13). Tuttavia, queste cifre sottovalutano ampiamente il carico totale di trauma cranico, poiché molti individui soffrono di Trauma cranico lieve o moderato tale da non consultare un medico. (13,11)

Per di più, i disturbi della funzione neurologica spesso si presentano con un rapido esordio e si risolvono spontaneamente, per cui molte concussioni cerebrali non vengono né riconosciute dagli atleti né osservate dagli allenatori o preparatori atletici (14-15).

Di conseguenza, gran parte delle concussioni cerebrali semplicemente non vengono denunciate, e questo problema è ulteriormente complicato dal fatto che molti allenatori, preparatori atletici e altri professionisti della medicina sportiva non utilizzano correttamente le linee guida attuali per la valutazione e la gestione delle concussioni cerebrali (16, 17).

La Concussione nello sport

In aggiunta al problema della mancata diagnosi dei casi di concussion lieve/moderata, la stima dell'incidenza è condizionata (inficiata) anche da un altro fattore, cioè molte volte hanno come oggetto di studio solo gli studenti delle scuole superiori e college americani e si limitano agli Sport-related concussion (SRC).

Si stima che avvengano tra 1,6 e 3,8 milioni di concussioni cerebrali ogni anno correlati allo sport e molti di questi sono sostenuti da studenti delle scuole superiori. Questo suggerisce che gli atleti adolescenti sono particolarmente esposti a traumi cerebrali [18]. La stima dell'incidenza delle SRC è del 9% dei traumi sportivi nelle scuole superiori e del 6% nei college universitari [19].

Purtroppo la maggior parte dei dati che emergono e che vengono ripresi dagli studi, sono americani e riguardano soprattutto la fascia d'età pediatrica e prima adolescenza; dunque si rischia di non avere la percezione generale del problema.

Nelle SRC c'è una grande eterogeneità tra i vari sport, i diversi tipi di contatto ed equipaggiamento utilizzato, oltre al diverso range di età degli sportivi. Sembra che il meccanismo lesionale più comune sia lo scontro fra due giocatori, soprattutto nel football americano. La maggior parte delle lesioni ha luogo durante le gare piuttosto che durante gli allenamenti, ad eccezione del baseball maschile, tennis e ginnastica femminile, nuoto e atletica leggera [20].

La minore incidenza è stata osservata in sport con meno contatto fisico (basketball e cheerleading), mentre l'incidenza maggiore si registra negli sport a più alto contatto (football americano, hockey, rugby). La maggiore incidenza registrata è nel taekwondo (anche se il dato si basa su un solo studio).

Sembrerebbe anche che le atlete femmine siano più soggette a concussione cerebrale rispetto ai maschi, in particolare nei casi di traumi a contatto con il terreno o con la palla; i maschi, invece, presentano una percentuale più elevata negli scontri contro altri giocatori. Tuttavia non sappiamo se questi siano dati coerenti o influenzati dal fatto che le ragazze sono più abili nell'autosegnalazione, cioè nel riportare le lesioni rispetto ai maschi (reporting bias) (21).

Un'altra ipotesi per cui le donne sono più a rischio di concussione rispetto ai maschi, potrebbe essere perché hanno una minore massa muscolare, circonferenza del collo e forza rispetto al maschio. Questa riduzione può provocare un aumento delle forze e delle accelerazioni della testa con conseguente aumento del numero di SRC (18).

Caratteristiche cliniche e sintomatologia della PCS

L'elenco dei sintomi sperimentati con PCS include la persistenza di sintomi di concussione cerebrale acuta e altri sintomi fisici, cognitivi ed emotivi (Tabella 2).

Cognitive	Physical	Behavioral
Slowed response speed	Headache	Depression
Mental foggiess	Nausea	Anxiety
Poor concentration	Vision changes	Panic attacks
Distractibility	Light sensitivity	Irritability
Trouble learning	Tinnitus	Personality changes
Memory difficulty	Noise sensitivity	Increased emotionality
Disorganization	Dizziness	Clinginess
Problem-solving difficulty	Vertigo	Apathy
	Balance problems	Lowered frustration tolerance
	Fatigue	Increased sensitivity to alcohol
	Sleep disturbance	

Tabella 2. Elenco dei sintomi della PCS “Mild traumatic brain injury: pathophysiology, natural history, and clinical management”, M P Alexander et al.

Sintomi fisici

I sintomi fisici del PCS includono mal di testa, affaticamento e debolezza, disturbi del sonno, nausea, alterazioni della vista, acufene, vertigini, e foto/fonofobia (29).

Il mal di testa è il disturbo più comune in PCS. È probabile che la maggior parte dei mal di testa siano di tipo tensivo, ma un certo numero di altri tipi di mal di testa sono stati implicati nella PCS. La fisiopatologia parallela del mal di testa post-traumatico e dell'emicrania può spiegare l'elevata prevalenza di emicrania nei pazienti dopo concussione cerebrale (30). Uno studio ha scoperto che il mal di testa a grappolo è

presente anche con un'incidenza maggiore dopo un trauma cranico e la nevralgia occipitale è stata descritta in PCS (31). La cefalea post-traumatica è associata a deficit di equilibrio negli atleti e una valutazione dell'equilibrio dovrebbe accompagnare la revisione della cefalea PCS (32).

Cambiamenti cognitivi

I sintomi cognitivi includono un rallentamento del pensiero o della velocità di risposta, annebbiamento mentale, scarsa concentrazione, distraibilità, problemi con l'apprendimento e la memoria, disorganizzazione e difficoltà di risoluzione dei problemi (29).

Un giocatore può essere privo di sintomi percepiti ma mostrare comunque deficit cognitivi durante i test. Uno studio su un campione ristretto di pazienti con storia di mTBI e PCS ha evidenziato come questi avevano un peggioramento statisticamente significativo della funzione cognitiva rispetto ai controlli a 4 e 7 mesi dopo l'infortunio (33). Gli individui asintomatici che non hanno disturbi cognitivi di altri sintomi della PCS ma hanno una misura ridotta nei test neuropsichiatrici generalmente non sono considerati affetti da PCS.

Sintomi emotivi

Questi sintomi includono una ridotta tolleranza alla frustrazione, irritabilità, aumento dell'emotività, depressione, ansia, e cambiamenti di personalità (29).

Una revisione retrospettiva dei giocatori di football della griglia professionisti in pensione ha rilevato che una storia di una concussione cerebrale non aumentava la probabilità di depressione nella vita, ma ai giocatori con una storia di tre o più commozioni cerebrali era tre volte più probabile che venisse diagnosticata la depressione. Dei giocatori in pensione della National Football League (NFL) a cui è stata diagnosticata una depressione correlata a una commozione cerebrale, l'87% ha continuato ad avere sintomi per tutta la vita (34).

Diagnosi

Diagnosi Clinica

Attualmente, ci sono due criteri clinici utilizzati per diagnosticare la PCS. Si tratta della Classificazione Internazionale delle Malattie, 10a revisione (ICD-10) e del DSM-V, che possono dare entrambi risultati variabili, anche se applicati alla stessa popolazione (35).

I sintomi della concussione cerebrale sono molteplici e spesso assai sfumati. Ciò rende difficile una diagnosi di concussione, soprattutto durante le fasi concitate di una gara, ed ancor più difficile capire quando la sintomatologia sia completamente risolta. I sintomi vanno distinti in precoci (alterazione stato mentale, amnesia, e disturbi neuro-cognitivi) e tardivi.

La diagnosi precoce ed il rapido inquadramento sono alla base di una buona gestione della concussione e sono essenziali per decidere se l'atleta è in grado di proseguire la gara. Anche la valutazione di un atleta che ha subito un trauma cranico lieve deve iniziare dai parametri vitali: capacità di respiro spontaneo, pervietà delle vie aeree, frequenza cardiaca; in presenza di un'alterazione dello stato di coscienza va sempre trattato come un possibile traumatizzato della colonna cervicale, nelle fasi di soccorso e di trasporto è necessario, quindi, porre un'attenzione meticolosa ai movimenti del collo.

Più difficile è riconoscere una concussione in cui i sintomi siano molto sfumati. L'atleta, preso dall'agonismo, non riferisce alcun disturbo; un rapido, concitato e superficiale controllo medico eseguito a bordo campo può non evidenziare le alterazioni dello stato mentale e il giocatore tende a voler continuare l'incontro. A volte, in questi casi, solo gli errati movimenti sul campo di gioco convincono l'allenatore e il medico che vi sono alterazioni cognitive. L'atleta va quindi tolto dal contesto della gara poichè la prontezza dei riflessi si riduce ed il rischio di ricevere un altro colpo aumenta.

Oggi, forse la valutazione più conosciuta e completa è lo strumento di valutazione cognitiva dello sport (SCAT), che ha subito diverse variazioni per ottimizzarne potenza e utilità. Da notare che lo SCAT include il suddetto SAC. Lo SCAT5 è la versione più recente e inizia con una valutazione immediata sul campo, che prevede in sequenza

l'identificazione di segnali di pericolo che richiedono cure mediche immediate, segni osservabili, valutazione dell'orientamento (domande Maddocks), GCS, valutazione cognitiva (SAC), stabilità posturale, e una valutazione del rachide cervicale (Figura 1) (38).

1

IMMEDIATE OR ON-FIELD ASSESSMENT

The following elements should be assessed for all athletes who are suspected of having a concussion prior to proceeding to the neurocognitive assessment and ideally should be done on-field after the first first aid / emergency care priorities are completed.

If any of the "Red Flags" or observable signs are noted after a direct or indirect blow to the head, the athlete should be immediately and safely removed from participation and evaluated by a physician or licensed healthcare professional.

Consideration of transportation to a medical facility should be at the discretion of the physician or licensed healthcare professional.

The GCS is important as a standard measure for all patients and can be done serially if necessary in the event of deterioration in conscious state. The Maddocks questions and cervical spine exam are critical steps of the immediate assessment; however, these do not need to be done serially.

STEP 1: RED FLAGS

RED FLAGS:

- Neck pain or tenderness
- Double vision
- Weakness or tingling/burning in arms or legs
- Severe or increasing headache
- Seizure or convulsion
- Loss of consciousness
- Deteriorating conscious state
- Vomiting
- Increasingly restless, agitated or combative

STEP 2: OBSERVABLE SIGNS

Witnessed ☐ Observed on Video ☐

Lying motionless on the playing surface	Y	N
Balance / gait difficulties / motor incoordination: stumbling, slow / laboured movements	Y	N
Disorientation or confusion, or an inability to respond appropriately to questions	Y	N
Blank or vacant look	Y	N
Facial injury after head trauma	Y	N

**STEP 3: MEMORY ASSESSMENT
MADDOCKS QUESTIONS²**

"I am going to ask you a few questions, please listen carefully and give your best effort. First, tell me what happened?"

Mark Y for correct answers / N for incorrect

What venue are we at today?	Y	N
Which half is it now?	Y	N
Who scored last in this match?	Y	N
What team did you play last week / game?	Y	N
Did your team win the last game?	Y	N

Note: Appropriate sport-specific questions may be substituted.

Name: _____
DOB: _____
Address: _____
ID number: _____
Examiner: _____
Date: _____

**STEP 4: EXAMINATION
GLASGOW COMA SCALE (GCS)³**

Time of assessment			
Date of assessment			
Best eye response (E)			
No eye opening	1	1	1
Eye opening in response to pain	2	2	2
Eye opening to speech	3	3	3
Eyes opening spontaneously	4	4	4
Best verbal response (V)			
No verbal response	1	1	1
Incomprehensible sounds	2	2	2
Inappropriate words	3	3	3
Confused	4	4	4
Oriented	5	5	5
Best motor response (M)			
No motor response	1	1	1
Extension to pain	2	2	2
Abnormal flexion to pain	3	3	3
Flexion / Withdrawal to pain	4	4	4
Localizes to pain	5	5	5
Obeys commands	6	6	6
Glasgow Coma score (E + V + M)			

CERVICAL SPINE ASSESSMENT

Does the athlete report that their neck is pain free at rest?	Y	N
If there is NO neck pain at rest, does the athlete have a full range of ACTIVE pain free movement?	Y	N
Is the limb strength and sensation normal?	Y	N

In a patient who is not lucid or fully conscious, a cervical spine injury should be assumed until proven otherwise.

Figura 1 Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5).

Test Diagnostici

La tomografia computerizzata (TC) o la risonanza magnetica (MRI) sono spesso normali nelle valutazioni iniziali e di follow-up per i pazienti con concussione cerebrale. Sebbene siano test importanti per escludere spiegazioni alternative per i sintomi del paziente, non hanno un ruolo nella diagnosi di PCS. Studi recenti hanno esaminato una serie di opzioni diagnostiche per PCS, tra cui la risonanza magnetica funzionale (fMRI), la magnetoencefalografia (MEG), la tomografia computerizzata a emissione di fotoni singoli (SPECT) e la tomografia a emissione di positroni (PET).

fMRI è una scansione che mostra l'attivazione neuronale durante le attività di memoria di lavoro misurando i cambiamenti di ossigeno nel sangue (36). I dati preliminari della McGill University hanno mostrato riduzioni significative della fMRI nell'attivazione cerebrale regionale nei mesi successivi alla concussione cerebrale nei pazienti che manifestavano sintomi cognitivi post-concussion. Un cambiamento specifico nel segnale fMRI prediceva anche quei pazienti che soffrivano di depressione correlata a commozione cerebrale. Lo studio preliminare ha anche scoperto che le anomalie della fMRI sono migliorate con il miglioramento dei sintomi dei pazienti (36). Questi studi danno credito all'idea che la PCS sia un processo fisiologico. Se ritenuto sensibile e specifico, fMRI offre interessanti possibilità nella diagnosi di PCS e nel monitoraggio per il successo del trattamento dei singoli pazienti.

MEG è un test diagnostico elettrofisiologico che Lewine ha riscontrato essere altamente specifico nella diagnosi di problemi cognitivi negli studi preliminari. La posizione cerebrale delle onde lente sul MEG era correlata a ciascun sintomo cognitivo specifico. Tuttavia, MEG non ha rilevato anomalie associate a sintomi psichiatrici e fisici (3).

La SPECT è una modalità di imaging nucleare che riflette il flusso sanguigno attraverso il cervello e gli studi sono stati contrastanti sulla capacità della SPECT di diagnosticare la PCS. Lewine ha scoperto che l'ipoperfusione dei gangli della base era strettamente correlata al mal di testa post-concussione cerebrale e l'ipoperfusione frontale alla SPECT prevedeva deficit nella funzione esecutiva (3). Un altro studio sul ruolo della scansione

PET ha rilevato che i pazienti con PCS non avevano anomalie dello stato di riposo, ma sono stati trovati cambiamenti ipometabolici durante le attività di memoria di lavoro spaziale (6).

Ricerche recenti hanno scoperto nuove proteine cerebrali, che potrebbero avere un ruolo nella diagnosi di PCS. Si pensa che queste proteine vengano rilasciate nel siero dopo una lesione cerebrale assonale e l'interruzione della barriera ematoencefalica. Sfortunatamente, una recente revisione di 11 studi prospettici di coorte ha rilevato che nessun biomarcatore ha costantemente dimostrato la capacità di predire la PCS dopo mTBI (37).

Scopo dell'elaborato

La nostra comprensione della concussione nell'atleta si sta evolvendo man mano che vengono condotti studi relativi alla popolazione sportiva, ma le informazioni attuali sulla PCS a volte vengono dedotte dalla ricerca mTBI non sportiva.

Lo scopo di questa revisione è raccogliere tutti gli studi presenti in letteratura che hanno come obiettivo quello di analizzare i sintomi presentati dagli atleti dopo una concussione cerebrale e stabilirne la più accurata strategia di riabilitazione al fine di definire i criteri per un sicuro return to play.

Sebbene la comunità scientifica continui ad approfondire l'argomento della concussione, si deve effettuare un'attenta analisi sul quadro clinico, multisistemico ed insidioso, che può interferire con il recupero dell'atleta (return to play) e con la qualità della vita post-concussione.

MATERIALI E METODI

Review question

Il quesito al quale questa revisione sistematica si propone di rispondere è: “Quali sono i principali sintomi ed impairments negli atleti post-concussion cerebrale, e quali i migliori approcci per gestirne disabilità e return to play?”

Strategia di Ricerca

Secondo il quesito clinico abbiamo sviluppato strategie di ricerca della letteratura e medical subject headings (MeSH) relativi all'atleta con PCS e alla riabilitazione ad esso correlati.

L'indagine è stata condotta nel periodo compreso tra settembre 2021 ed aprile 2022 su due delle principali banche dati biomediche quali Medline (Pubmed) e The Cochrane Library

Sono state elaborate in seguito delle stringhe di ricerca specifiche per ogni database.

Strategia di ricerca per Pubmed:

((athletes[MeSH] OR athlet* OR "athletic population" OR "elite professional athlet*" OR "professional athlet*" OR "elite athlet*" OR "elite athletic population") AND ("post concussion syndrome"[MeSH] OR "post concussion syndrome" OR "Persistent Sport-Related Post-Concussion Syndrome" OR "Sport-Related Concussion" OR "mild traumatic brain injury" OR mTBI)) AND (rehabilitation[MeSH] OR rehabilitation OR physical therapy modalities [mesh] OR physiotherapy OR "physical therapy" OR exercise OR exercise therapy[mesh] OR "manual therapy" OR "cognitive training" OR "neurocognitive training" OR "oculomotor exercise*" OR "oculomotor training")

Strategia di ricerca per Cochrane library:

#1 “Athletes” #2 “athlete” #3 “Athletes [mesh]” #4 “post concussion syndrome” #5
“Sport-related concussion” #6 “mild traumatic brain injury” #7 “Post concussion
syndrome”[mesh]
#8 “Rehabilitation” #9 “Exercise” #10 “treatment” #11 “manual therapy” #12
“neurocognitive training” #13 “physiotherapy” #14 “Rehabilitation” [mesh]
(#1 OR #2 OR #3) AND (#4 OR #5 OR #6 OR #7) AND (#8 OR #9 OR #10 OR #11 OR
#12 OR #13 OR #14)

Criteri di Eleggibilità

Gli studi sono stati valutati ai fini dell'inclusione nella revisione in base ai seguenti criteri di eleggibilità:

Criteri di inclusione

Disegno e lingua dello studio: sono stati inclusi tutti i disegni di studio di tipo osservazionale (coorte, caso-controllo) ed RCT, purché in lingua inglese o italiana. Gli studi sono stati selezionati tramite titolo ed abstract, e in una successiva fase tramite la lettura del full-text.

Popolazione: sono stati inclusi tutti gli studi condotti su atleti, uomini e donne, d'élite e amatoriali (compresi tra 19 e 50 anni) con sport-related concussion syndrome diagnosticata (vengono esclusi tutti gli atleti con Concussion Acuta).

Intervento: interventi rivolti al trattamento degli impairments post-concussion nell'atleta (esercizio fisico, riabilitazione vestibolare, terapia manuale, igiene del sonno, terapia cognitiva ecc.), esclusi trattamenti farmacologici e TDCS.

Misure di outcome: sono stati inclusi tutti gli studi che indagano le ricadute sulla disabilità/return to play/qualità della vita degli atleti con PCS.

Criteri di Esclusione

Disegno e lingua dello studio: revisioni sistematiche e metanalisi, lettere, editoriali, commenti, manoscritti inediti, tesi di laurea, libri e capitoli di libri, atti di convegni, abstract di riunioni e conferenze

Popolazione: sono stati esclusi dalla revisione i soggetti non atleti e atleti in età pediatrica e prima adolescenza.

Intervento: interventi multimodali non specificati, interventi non riguardanti gli atleti adulti.

Misure di outcome: outcomes che non riguardano i domini citati nei criteri d'inclusione.

Selezione degli studi

Sono stati selezionati trial randomizzati controllati e studi di tipo osservazionale in seguito alla ricerca sulle banche dati PubMed e Cochrane. Tramite il software di ricerca e condivisione di documenti “Mendeley” (<https://www.mendeley.com/>) è stato eseguito uno screening degli articoli provenienti dalle banche dati secondo il seguente schema:

1. Sono stati eliminati i duplicati presenti in più di un database di ricerca;
2. Sono stati eliminati, seguendo i criteri di inclusione ed esclusione, gli articoli non inerenti al quesito clinico leggendo il solo titolo;
3. Sono stati letti ed esaminati, secondo i criteri di inclusione ed esclusione, gli abstract degli articoli inclusi in base al titolo;
4. Sono stati eliminati, leggendo gli abstract, gli articoli non inerenti al quesito clinico;
5. I rimanenti articoli sono stati sottoposti a screening del full text;
6. Sono stati eliminati alcuni dei full text che non rispettavano i criteri di eleggibilità e sono stati selezionati gli studi da includere nella sintesi qualitativa.

RISULTATI

Selezione degli studi

La ricerca nei database Pubmed e Cochrane, ha fornito 574 risultati:

- Pubmed= 526 articoli
- Cochrane= 48 articoli

Flow Chart

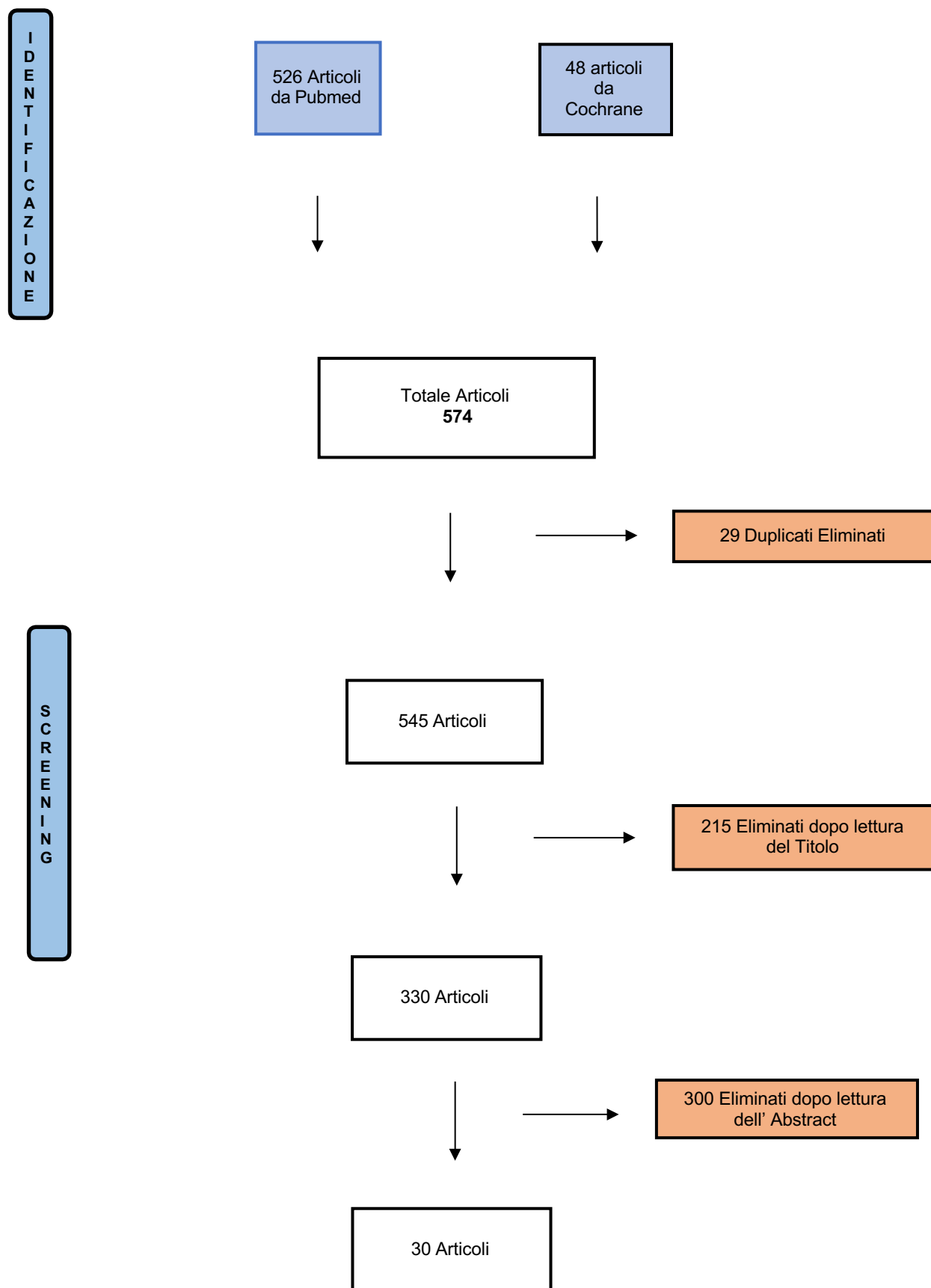
Per il database **Pubmed** è stata eseguita una ricerca avanzata con l'utilizzo di termini MeSH e Keywords. Sono stati inseriti i filtri “humans” e “italian and english language”, ottenendo in definitiva 526 articoli.

La ricerca avanzata sul Database **Cochrane**, ha fornito 48 articoli.

Il processo di esclusione degli articoli è avvenuto con i seguenti passaggi:

- Rimozione di articoli duplicati 29;
- Dei rimanenti 545, è stato letto il titolo;
- Esclusione di articoli dopo lettura del titolo: 215;
- Dei rimanenti 330, è stato letto l'abstract;
- Esclusione di articoli dopo la lettura dell'abstract: 300;
- Dei rimanenti 30 articoli, è stato letto il full text;
- Esclusione di articoli dopo la lettura del full text: 24

I rimanenti 6 articoli sono stati inclusi nella revisione



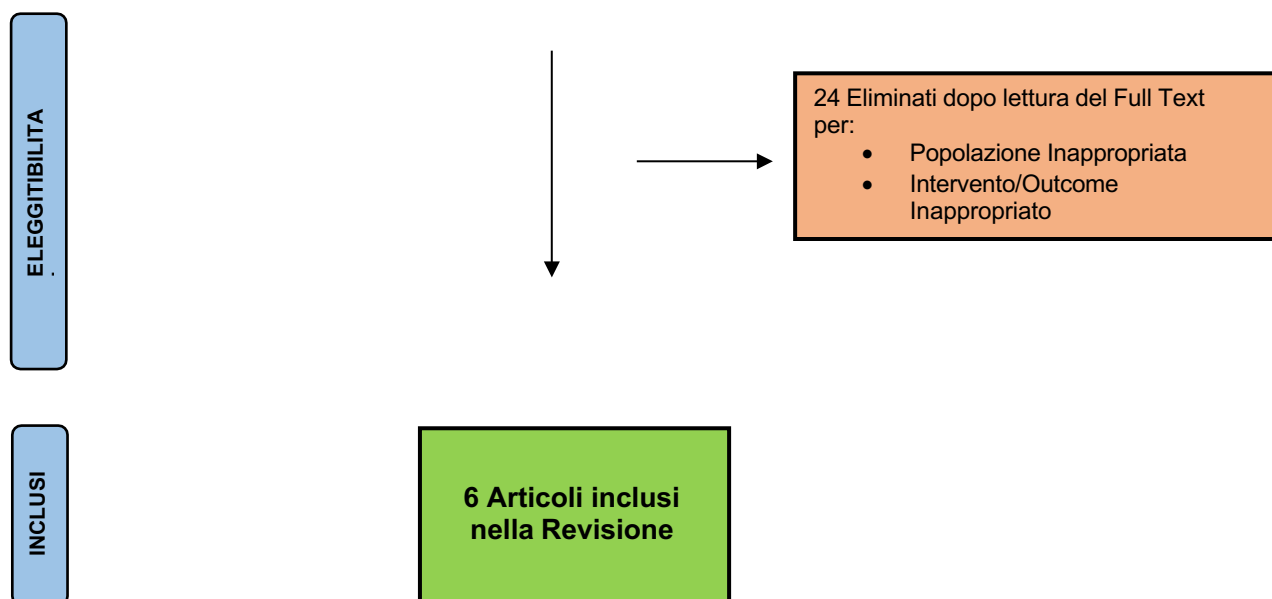


Figura 2. Reporting “Flowchart”, in cui sono stati riportati gli studi inclusi ed i motivi di esclusio

Autori/Anno di pubblicazione	Disegno di studio	Partecipanti/Popolazione	Outcome	Risultati	Conclusione dell'autore (RTP Decision)
Concussion , Leah G. et Al (2014)	Competitive Sport Article	Atleti con PCS	Anamnesi Esame Neurologico Test Neuropsicologici		<u>Le controindicazioni assolute per il RTP - sulla base del parere di esperti e del giudizio clinico- sono riportate in questo studio. Sebbene sia probabilmente meglio essere prudenti che disinvolti nella gestione di un atleta dopo una commozione cerebrale, il ritiro prematuro basato su decisioni scarsamente supportate può avere diverse conseguenze</u>
Asplund, Chad A. (2004)	Original Research	101 atleti (91 uomini, 10 donne nei seguenti sport: 73 calcio, 8 basket, 8 calcio, 3 wrestling, 2 lacrosse, 2 sci, 5 altri; 51 college, 44 liceo, 4 professionistico e 2 ricreativo).			quando si valuta una CS, sintomi di cefalea >3 ore, difficoltà di concentrazione >3 ore, amnesia retrograda o perdita di coscienza possono indicare una lesione più grave o un recupero prolungato; grande cautela dovrebbe essere esercitata prima di riportare questi atleti a giocare.
Scott R, Laker et al (2011)		Atleti con PCS Adolescenti/Adulti	<i>Current RTP Protocol Zurich Consensus statement (2012)</i>		La raccomandazione più forte è che non si dovrebbe procedere con il RTP finché l'atleta è sintomatico. Un approccio completo e multimodale alla cura delle PCS, è vitale e facilita un RTP regolare, riducendo al minimo gli effetti della disabilità su sport, lavoro e attività di vita quotidiana
Ruben J. et al (2010)	Original Research	Atleti con PCS	Dynamic Model for RTP at Echelonville e Gault		la RTP decision implica una complessa analisi rischio-beneficio che comprende un'interazione dinamica tra molte variabili: Medical Factors, Player Factors, Concussion Factors, Extraneous Factors, Team Factors.
Kissick et al. (2005)	THEMATIC ISSUE	Atleti con PCS	SWRTP	Atleti, allenatori, genitori, terapisti e medici devono conoscere a fondo i segni e i sintomi della commozione cerebrale. La riabilitazione è simile ma anche diversa dal modello ortopedico tradizionale, in quanto il primo passo è il riposo, sia fisico che cognitivo. Una volta che il riposo è asintomatico, si procede a un ritorno graduale all'attività.	<u>Lo SWRTP Protocol è un valido riferimento composto da 6 step utilizzabile da atleti di diversi sport per un graduale e sicuro RTP. E' fondamentale fornire all'atleta un'approfondita educazione, oltre che supporto e incoraggiamento per aiutarlo in un ritorno allo sport in sicurezza</u>
Benjamin L. Brett et al. (2020)	Cohort study; Level of evidence, 2.	1531 atleti universitari (30 università americane) ⁹	GRTP	La durata mediana dall'infornio all'avvio del protocollo GRTP è stata di 6 giorni. Gli atleti hanno richiesto in media 8,5 giorni per completare il protocollo GRTP. Il tempo totale mediano dall'infornio alla RTP senza restrizioni è stato di 13 giorni.	I risultati hanno suggerito che l'inizio di un GRTP può verificarsi prima dell'assenza assoluta di tutti i sintomi. I risultati possono essere utilizzati per guidare i medici verso l'inizio ottimale del GRTP (cioè, bilanciando il recupero attivo con l'evitare il ritorno prematuro all'attività).

Tabella 1. Studi inclusi nella ~~revisione~~ con anno di pubblicazione, tipologia di studio, partecipanti, focus dello studio, conclusioni dell'autore.

Tutti gli articoli inclusi nella revisione, si soffermano sulle modalità di Return to Play nell'atleta con PCS (esclusa fascia pediatrica e prima adolescenza).

L'analisi dei dati ha consentito di dedurre alcune informazioni salienti:

- Tutti gli articoli in revisione fanno riferimento alla dichiarazione di consenso di Zurigo del 2008, che ancora oggi, seppur datata, sembra rappresentare il *gold standard* sul management e RTP degli atleti con concussion.
- A differenza della maggior parte delle lesioni sportive, la concussion cerebrale ha un effetto globale, diffuso ed eterogeneo sulla funzione e sul benessere dell'atleta.

Ruben et al. (2010), nel suo articolo ritiene che il RTP sia il risultato di un'interazione dinamica di *Medical factors, Players factors, Concussion Factors, Team factors, Extraneous Factors, NeuroPsychological Factors*; e che non possa basarsi solo su valutazioni di tipo medico.

Pertanto, i quadri di PCS devono essere considerati come problemi sistemici più che locali ed è necessaria una gestione tridimensionale e multidisciplinare che abbia come obiettivo il reinserimento dell'atleta nel suo contesto bio-psico-sociale, evitando l'esarcerbazione dei sintomi, e impostando programmi di RTP monitorati minuziosamente dallo staff sanitario, adattati alla tolleranza dell'atleta su base individuale.

- Lo *Step-Wise Return to play Protocol* proposta da **Kissick et al.(2005)**, il *GRTP*, proposto da **Brett et al.(2020)**, ed il *Progressive Protocol* proposto da **Scott et al. (2011)**, sembrano essere strumenti di riferimento efficaci nella gestione dell'atleta concusso per un sicuro e adeguato RTP. Tutti concordano che il RTP non è consentito agli atleti sintomatici, e che il riposo rimane il pilastro nella gestione precoce.

Il protocollo RTP graduale e progressivo comune concettualmente a tutti gli studi prevede:

1. Nessuna attività - riposo completo e cognitivo fino all'asintomatico.

L'obiettivo è il riposo e il recupero.

2. Esercizio aerobico leggero: camminata, cyclette a intensità >70%. **L'obiettivo è aumentare la frequenza cardiaca.**

3. Esercizi specifici per lo sport: pattinaggio, corsa, calcio, ecc. **L'obiettivo è introdurre movimento.**

4. Esercitazioni senza contatto: esercitazioni più avanzate come quelle di passaggio, ecc. Può essere aggiunto un allenamento di resistenza. **L'obiettivo è aggiungere componenti di coordinazione e carico cognitivo con l'esercizio.**

5. Allenamento a contatto pieno: partecipare alle normali attività di allenamento. **L'obiettivo è ripristinare la fiducia e consentire la valutazione delle abilità funzionali da parte dello staff tecnico.**

6. Ritorno al gioco.

Ogni fase richiede circa 24 ore. Se l'atleta avanza senza sintomi, l'approccio RTP richiede circa 1 settimana. Se durante una di queste fasi si sviluppano dei sintomi, si torna alla fase 1.

- Sia lo studio di *Asplund et al. (2004)* che quello di *Brett et al. (2020)*, sottolineano come ci sia una correlazione tra gradiente e tipologia di sintomi ed outcome finale relativo al RTP. Cefalea persistente, difficoltà di concentrazione, un'amnesia retrograda o il LOC, depressione, ansia possono rappresentare sintomi predittivinegativi, ovvero una PCS più grave e quindi un RTP tardivo e/o più difficoltoso. Anche nello studio di Brett et al (2020), si evince come una maggiore gravità dei sintomi è associata ad una maggiore durata del protocollo GRTP, e quindi ad un tardivo RTP.

Viste le innumerevoli variabili che possono colpire un atleta, non esiste un *timing* codificato per il RTP che valga per tutti gli atleti.

Solo lo studio di Brett et al. (2020), ha provato a dare qualche risposta: per il campione preso in studio (19-23 anni), il tempo totale mediano dall'infortunio alla RTP senza restrizioni è stato di 13 giorni. Chiaramente è difficile estendere questa tempistica e renderla universale; ci sono dei riferimenti in letteratura che sostengono che il RTP dell'atleta con PCS varia dai 7 giorni ai 6 mesi, ed in alcuni specifici casi, il processo di RTP può durare anche anni o addirittura prevede l'abbandono dell'attività sportiva.

Un RTP rapido potrebbe essere preso in considerazione in un atleta con una breve durata dei sintomi, una completa risoluzione dei sintomi, una funzione cognitiva normale, nessun infortunio recente e nessuna recidiva dei sintomi con lo sforzo.

Ciò che si è notato, è la disparità nella normalizzazione delle funzioni cognitive tra gli atleti delle scuole superiori e le loro controparti più anziane. Mentre gli atleti delle scuole superiori spesso impiegano in media 30 giorni per tornare al loro livello di base della funzione cognitiva, gli atleti universitari impiegano 7-10 giorni, e gli atleti professionisti e atleti adulti 3-5 giorni (57,58).

Questi studi sembrano inquadrare l'età come possibile fattore determinante per la decisione di RTP e quindi i paradigmi di RTP devono essere più conservativi negli atleti più giovani. Gli atleti di età inferiore ai 18 anni dovrebbero essere trattati nella categoria pediatrica e quindi dovrebbe essere prescritto un periodo di recupero più lungo.

- I test neuropsicologici pur non avendo fattori predittivi, possono rappresentare uno strumento prezioso per aiutare il processo decisionale dell'RTP, infatti sono in grado di intercettare e rilevare i deficit neurocognitivi già 2 ore dopo l'evento traumatico. Ad essi dovrebbero essere sempre affiancati anche i test della coordinazione motoria, dell'orientamento, dell'attenzione e della concentrazione, della memoria, della velocità di elaborazione delle informazioni ecc..

DISCUSSIONE

La presente revisione ha lo scopo di individuare l'evidenza scientifica riguardo il management e il sicuro Return to play dell'atleta con PCS. La ricerca ha individuato 6 studi di bassa qualità metodologica, che però propongono alcuni contenuti interessanti, e sono pressochè concordi sulla gestione del RTP nell'atleta concusso. Nonostante l'intensa ricerca clinica e di base sulla fisiopatologia e sulla gestione della concussion cerebrale, la decisione sull'RTP rimane una delle più difficili e controverse nella medicina sportiva clinica. La letteratura è spesso poco chiara e contraddittoria, e ci sono tantissimi *bias* ed eterogeneità per quanto riguarda gli approcci diagnostici e terapeutici specifici nella PCS.

Concannon et al. nel 2014 discutono sulle modalità di return to play, su quando è opportuno rientrare a giocare e quando invece non farlo, soffermandosi maggiormente sui potenziali e specifici quadri in cui l'atleta dovrebbe ritirarsi dal gioco.

È chiaro già dal titolo (*“La domanda da un milione di dollari: Quando un atleta con CS dovrebbe ritirarsi?”*), come sia difficile trovare parametri e standard oggettivi, riproducibili e misurabili da poter estendere all'intera popolazione di atleti.

Gli autori hanno considerato che ci sono specifici quadri potenziali per il ritiro dell'atleta, o che comunque devono allertare lo staff sanitario:

1. *Concussion associata a lesione cerebrale potenzialmente letale* :per esempio quadri di emorragia intra-cranica, ematoma epi e sub-durale, emorragia sub-aracnoidea). Nei casi in cui non c'è una lesione parenchimale sottostante e non è stato necessario un intervento chirurgico, l'atleta può tornare a giocare quando l'ematoma si è risolto, il cervello si è riespanso per riempire lo spazio e non c'è un igroma subdurale residuo (38). Questo processo può richiedere generalmente da alcuni mesi ad un anno.

2. *Sintomi clinici persistenti o segni di sindrome postconcussiva prolungata*

Circa il 10%-15% delle concussion sportive, può presentare sintomi che si protraggono oltre il periodo di recupero previsto (40). Di questi sintomi prolungati, una piccola percentuale svilupperà la sindrome postconcussione (PCS), definita da sintomi di durata superiore a 3 mesi. Questa persistenza dei sintomi è stata attribuita agli effetti biologici della lesione, a fattori psicologici, a fattori sociali o a una loro combinazione (41,42).

La sovrapposizione di presentazioni cliniche tipica della PCS complica il processo decisionale. L'atleta con veri sintomi persistenti dopo la concussion cerebrale dovrebbe essere ritirato dagli sport di contatto.

3. Concussion cerebrali multiple e SIS

Forse lo scenario più impegnativo per quanto riguarda le decisioni di RTP o ritiro dall'attività sportiva è quello dell'atleta che ha subito concussion cerebrali multiple e SIS. La sindrome da secondo impatto (SIS) è un evento raro ma pericoloso per la vita che si verifica quando un atleta subisce un secondo trauma cranico mentre presenta ancora i sintomi del precedente evento traumatico, e rappresenta una controindicazione assoluta al ritorno agli sport di contatto.

Nel caso di concussion multiple, è particolarmente importante capire i potenziali rischi a lungo termine associati e se esse comportano lesioni neurologiche permanenti.

Cantu et al. (43,44) affermano che non esiste un numero specifico di concussion cerebrali dopo il quale si è costretti ad un ritiro definitivo dall'attività sportiva. Le linee guida attualmente in vigore (45,46) raccomandano l'interruzione di una stagione dopo tre concussion, con un periodo di almeno 3 mesi senza sintomi prima del ritorno agli sport di contatto, ma senza entrare nello specifico dei criteri per il ritiro definitivo.

Sebbene un approccio più prudente e attendista sia probabilmente migliore per la gestione di un atleta con PCS, un ritiro prematuro basato su decisioni non adeguatamente supportate può avere diverse conseguenze. Nell'immediato, il ritiro può portare a depressione o altri sintomi dell'umore dovuti alla perdita di identità e di interazioni con il gruppo dei pari.

Lo scopo dello studio di *Asplund, Chad A. (2004)* è stato quello di valutare il valore predittivo dei segni e dei sintomi della concussion cerebrale nelle decisioni dei medici e staff sanitario sul RTP, e nello specifico come alcuni indicatori clinici possono essere utilizzati per prendere decisioni sul ritorno al gioco.

I test neuropsicologici possono essere più sensibili dei sintomi clinici nel monitorare il ritorno alla baseline cognitiva e possono rappresentare il segno clinico del futuro. Tuttavia, attualmente i test neuropsicologici non sono validati né codificati per il recupero

dalla concussion cerebrale e non è stato dimostrato che il ritorno alla baseline sia sinonimo di recupero (47).

La popolazione di pazienti era costituita da 101 atleti (91 uomini, 10 donne nei seguenti sport: 73 calcio, 8 pallacanestro, 8 calcio, 3 wrestling, 2 lacrosse, 2 sci, 5 altro, ai seguenti livelli: 53 college, 44 scuola superiore, 4 professionisti e 2 ricreativi).

Sono stati studiati 91 maschi e 10 femmine. Sette atleti avevano una storia di disturbi dell'apprendimento (LD) o di deficit di attenzione. In base all'analisi, non è stata riscontrata alcuna differenza nell'esito della concussion in termini di differenza di età, sesso, o relativamente alla parte della gara o alla storia di LD.

La Tabella 4 confronta i sintomi con il ritorno al gioco. Tutti e 15 i giocatori il cui mal di testa è durato meno di 3 ore sono stati in grado di tornare a giocare.

I segni, l'amnesia retrograda, l'amnesia anterograda (PTA) e la LOC sono mostrati nella Tabella 5. Dei pazienti con amnesia retrograda, il 59% (10/17) ha avuto un esito negativo statisticamente significativo ($P = 0,013$). Anche qualsiasi LOC era statisticamente associato ($P = 0,001$) a un esito sfavorevole dopo una commozione cerebrale. L'amnesia anterograda (PTA) potrebbe essere associata a un esito sfavorevole, ma i valori non raggiungevano la significatività statistica ($P = 0,052$).

Symptom	Return to Play ≤ 7 d	Return to Play > 7 d	Total	P Value
Headache				
<3 h	15	0	15	0.002
>3 h	43	31	74	
Difficulty with concentration				
<3 h	11	1	12	0.001
>3 h	12	22	34	
Difficulty with memory				
<3 h	11	9	20	0.140
>3 h	7	14	21	

Tabella 4. Sintomi ed RTP.

Sign	RTP ≤ 7 d	RTP > 7 d	Total	P Value
Retrograde amnesia				
Present	7	10	17	0.013
Absent	60	23	83	
Posttraumatic amnesia				
Present	18	15	33	0.052
Absent	49	18	67	
LOC				
Present	2	8	10	0.001
Absent	65	25	90	

Tabella 5 Segni clinici e RTP.

La concussion cerebrale è un evento altamente individualizzato, quindi un singolo sintomo o un complesso di sintomi non sembrano sufficienti e significativi per guidare il processo decisionale sul ritorno al gioco. Lo studio di Asplund et al. ha dimostrato che una cefalea persistente o una difficoltà di concentrazione, un'amnesia retrograda o il LOC possono rappresentare una PCS più grave. È chiaro che in futuro i test neuropsicologici potrebbero diventare il modo per valutare il ritorno alle funzioni cognitive di base, ma per ora l'esame clinico è ancora lo standard. L'uso di semplici strumenti neuropsicologici in combinazione con i segni e i sintomi clinici aiuterà a determinare la gravità della concussion e a prendere decisioni sul RTP.

Lo studio di *Scott R, Laker et al (2011)*, illustra un approccio completo al RTP nella concussion sportiva, compresa la gestione degli atleti che rientrano dopo una PCS prolungata, concussioni multiple, ematomi intracranici e craniotomia.

Secondo gli autori, non esiste un meccanismo per prevedere in modo prospettico quali atleti avranno tempi di recupero prolungati.

L'80%-90% degli atleti giovani migliora entro 7-10 giorni (22). Tuttavia, non tutte le concussion cerebrali presentano la medesima manifestazione clinica e un recupero di 3 mesi è diverso da un recupero di 3 giorni, per cui non è ancora possibile tenere conto di queste differenze nella gestione pratica e sono disponibili poche informazioni specifiche per il recupero da concussion cerebrali più gravi (48).

La letteratura ci suggerisce che gli atleti con una storia di precedenti concussion, hanno maggiori probabilità di incappare nuovamente nell'evento traumatico (49), ed anche una presentazione clinica più grave, che include LOC, amnesia anterograda, confusione e un aumento generale della costellazione di sintomi (50).

L'attuale dichiarazione di consenso sulla concussion cerebrale nello sport afferma che l'RTP in giornata può essere preso in considerazione in popolazioni adulte selezionate, in cui vi sia accesso a bordo campo a medici esperti, neuropsicologi, neuroimaging e alla valutazione neurocognitiva. La National Football League ha dichiarato che "una volta rimosso" per la durata di un allenamento o di una partita, il giocatore non dovrebbe essere preso in considerazione per il ritorno alle attività sportive fino a quando non sia completamente asintomatico, sia a riposo che dopo lo sforzo, non abbia un esame neurologico normale, un test neuropsicologico normale e non sia stato autorizzato a

tornare sia dal medico della squadra che dal consulente neurologico. I principi dell'RTP asintomatico sono ancora in vigore in questo scenario selezionato, e il pieno recupero dei sintomi e delle funzioni cognitive deve avvenire prima che si possa prendere in considerazione l'RTP in giornata. Nella pratica clinica, questo scenario è limitato agli sport professionistici e alla popolazione adulta. L'RTP in giornata è, a priori, decisamente sconsigliato nei giovani atleti. Nessun atleta dovrebbe fare RTP quando è ancora affetto da sintomi. Questa raccomandazione è coerente in tutta la letteratura. La dichiarazione di consenso di Zurigodelinea un quadro di riferimento da cui partire per gestire un atleta che ha recuperato i sintomi di una concussion cerebrale ed è pronto a iniziare a lavorare per il ritorno alle competizioni (Tabella 6). Ogni fase dovrebbe durare 24 ore prima di passare alla fase successiva. Se gli atleti avvertono un ritorno dei sintomi, devono interrompere l'avanzamento e tornare alla fase precedente. Devono rimanere nella fase precedente per 24 ore prima di tentare la fase successiva del protocollo RTP. Questo protocollo richiede circa una settimana per essere completato, supponendo che l'atleta rimanga asintomatico. Tuttavia, il completamento di questo protocollo può richiedere settimane o mesi, a seconda della risposta dell'atleta allo sforzo crescente.

Nella dichiarazione di consenso di Zurigo si discute sul fatto che l'atleta adulto d'élite possa andare incontro a RTP più rapidamente rispetto all'atleta amatoriale (22), concetto recentemente ripreso da Putukian e colleghi(51). Questa idea si basa più sulla possibilità di avere a disposizione professionisti medici esperti piuttosto che su una effettiva differenza nella patologia o nel processo di recupero. Ad esempio, un atleta professionista, NCAA ,o NFL, può avere accesso immediato e quotidiano ad uno staff strutturato e composto da diverse figure complementari: un allenatore, un neuropsicologo, un medico ed anche uno specialista in concussion. Questa disponibilità, congiuntamente all'elevato livello di esperienza e di specializzazione dell'équipe medica, potrebbe tradursi in un RTP più rapido. Tuttavia, questo concetto di RTP rapido è controverso e attualmente non sono disponibili in letteratura prove di efficacia di buona qualità (livello I).

Gli atleti che hanno avuto una PCS prolungata possono impiegare più tempo a progredire attraverso queste fasi, anche se ciò può essere dovuto a un decongestionamento di fondo dovuto alla mancanza di attività piuttosto che a una differenza nel recupero neurocognitivo. L'operatore deve essere consapevole di questi problemi per prevenire altre lesioni dovute a un eccesso di zelo.

Gli atleti che presentano sintomi da mesi dovrebbero iniziare un programma di ricondizionamento e allenamento simile a quello degli atleti con lesioni muscoloscheletriche che implicano una riduzione significativa della partecipazione.

RTP progression		
Rehabilitation Stage	Functional Exercise at Each Stage of Rehabilitation	Objective of Each Stage
1. No activity	Complete physical and cognitive rest	Recovery
2. Light aerobic exercise	Walking, swimming, or stationary cycling keeping intensity <70% MPRH. No resistance training	Increase HR
3. Sport-specific exercise	Skating drills in ice hockey, running drills in soccer. No head-impact activities	Add movement
4. Noncontact training drills	Progression to more complex training drills (eg, passing drills in football and ice hockey). May start progressive resistance training	Exercise, coordination, cognitive load
5. Full-contact practice	Following medical clearance, participate in normal training activities	Restore confidence, assessment of functional skills by coaching staff
6. RTP	Normal game play	

Tabella 6. Progressione RTP, dichiarazione di consenso di Zurigo, 2008.

Il sintomo più comune dopo una concussion e nella PCS è la cefalea. Visti i problemi funzionali causati dalla cefalea, un numero crescente di atleti con commozione cerebrale viene avviato alla prescrizione di farmaci. Man mano che questi atleti migliorano e diventano asintomatici, si pone il problema di come far tornare a giocare gli atleti trattati con i farmaci (cioè, sono asintomatici solo a causa dei farmaci?). Secondo gli autori, non sembrano essere disponibili sufficienti prove di efficacia che possano guidare questa decisione. L'autore raccomanda di consentire agli atleti con PCS che iniziano a prendere

farmaci di attendere una finestra temporale asintomatica di almeno un mese prima di procedere con l'esercizio aerobico, per poi effettuare ulteriori approfondimenti valutativi. Le attuali raccomandazioni sull'RTP si basano sull'opinione di esperti che utilizzano i dati epidemiologici disponibili, le teorie fisiopatologiche, la letteratura sui test NP e gli studi clinici retrospettivi. La raccomandazione più forte è che nessun atleta dovrebbe fare RTP quando è sintomatico. La maggior parte degli atleti giovani o giovani adulti migliora entro 7-10 giorni ed è improbabile che richieda interventi medici specifici, oltre all'educazione alla gestione della commozione cerebrale acuta e alla prevenzione di lesioni ripetute. L'RTP dovrebbe essere un piano graduale, supervisionato dal medico, che si svolge nell'arco di una settimana.

Gli atleti con PCS richiedono piani di gestione più complessi. Questi possono essere allontanati dalle loro attività e dai gruppi sociali, incontrare difficoltà a lavoro e nella vita domestica e soffrire di ansia reattiva, depressione e di conseguenze cardiovascolari correlate al riposo forzato prolungato. Un approccio completo alla gestione della concussion è fondamentale e favorisce una ripresa regolare dell'attività sportiva, riducendo al minimo gli effetti su lavoro, famiglia e ambiente. Gli atleti con PCS prolungata devono avere accesso a test Neuropsicologici, interventi psicologici, gestione della cefalea e consulenza medica specialistica.

Il futuro dell'RTP sicuro negli atleti concussi prevede idealmente misure oggettive della lesione e del recupero, la determinazione del rischio individuale in base alla suscettibilità genetica e una migliore comprensione dei rischi di sequele a lungo termine in seguito a concussioni multiple. La ricerca di alta qualità costituisce una necessità e una responsabilità delle specialità mediche che cooperano alla gestione degli atleti che hanno subito una concussion.

Il *Research Article* di **Ruben et al. (2010)**, descrive l'emergere della neuropsicologia nella medicina dello sport, discute il contesto in cui vengono prese le decisioni sull'RTP, delinea i fattori che sono importanti per le decisioni sull'RTP e presenta un modello che considera la decisione sull'RTP come un'analisi dinamica dei rischi e dei benefici che coinvolge interazioni complesse tra le variabili. Si sostiene che la neuropsicologia ha un ruolo unico, ma non esclusivo, nel processo decisionale.

Una approfondita valutazione per un RTP sicuro, dovrebbe essere composta (oltre che dai test Neuropsicologici), anche da test della coordinazione motoria, dell'orientamento, dell'attenzione e della concentrazione, della memoria, della velocità di elaborazione delle informazioni e così via.

Tra i “*fattori di concussion*”, la gravità della lesione è il primo da valutare, parallelamente al numero assoluto di sintomi riferiti da un atleta e la loro intensità. In generale, maggiore è il numero di sintomi riferiti da un giocatore, maggiore è la probabilità che la concussion cerebrale sia più grave. È necessario valutare il livello, il tipo e l'estensione dell'amnesia. Quanto più “densa” è l'amnesia e quanto più a lungo dura, tanto più grave è la concussion cerebrale.

La perdita di coscienza (LOC) o il coma sono stati utilizzati come indicatori di gravità della concussion.

I “*fattori neuropsicologici*” forniscono informazioni importanti e direttive da utilizzare nella decisione sull'RTP. I test neuropsicologici sono in grado di rilevare i deficit neurocognitivi (già 2 ore dopo l'evento traumatico), che possono coincidere o meno con i sintomi riferiti dal giocatore. Data la propensione dei giocatori a minimizzare i propri sintomi per tornare a gareggiare e la probabilità che spesso non siano consapevoli dei deficit cognitivi che potrebbero sperimentare, sembra prudente tenere un atleta lontano dalle competizioni atletiche fino a quando i dati neuropsicologici non saranno interpretati come se fossero tornati al livello di base.

I fattori legati al giocatore sono spesso trascurati nella decisione sull'RTP, anche se il giocatore è l'elemento più importante nella decisione.

L'atleta rappresenta il fulcro nella decisione sull'RTP, infatti è necessario coinvolgerlo nella decisione, aiutandolo a comprendere i fattori che sono stati valutati, e portandolo ad una maggiore accettazione e consapevolezza del timing e modalità di RTP.

Anche fattori estranei possono influire sulla decisione dell'RTP. Alcuni medici o trainer possono prendere in considerazione variabili come le condizioni del campo, l'erba naturale rispetto a quella artificiale, il vetro tradizionale rispetto a quello senza cuciture (hockey), le caratteristiche della squadra avversaria e i tifosi (tra gli altri) nel prendere la decisione sull'RTP. Alcune situazioni o condizioni possono aumentare la probabilità di un nuovo infortunio.

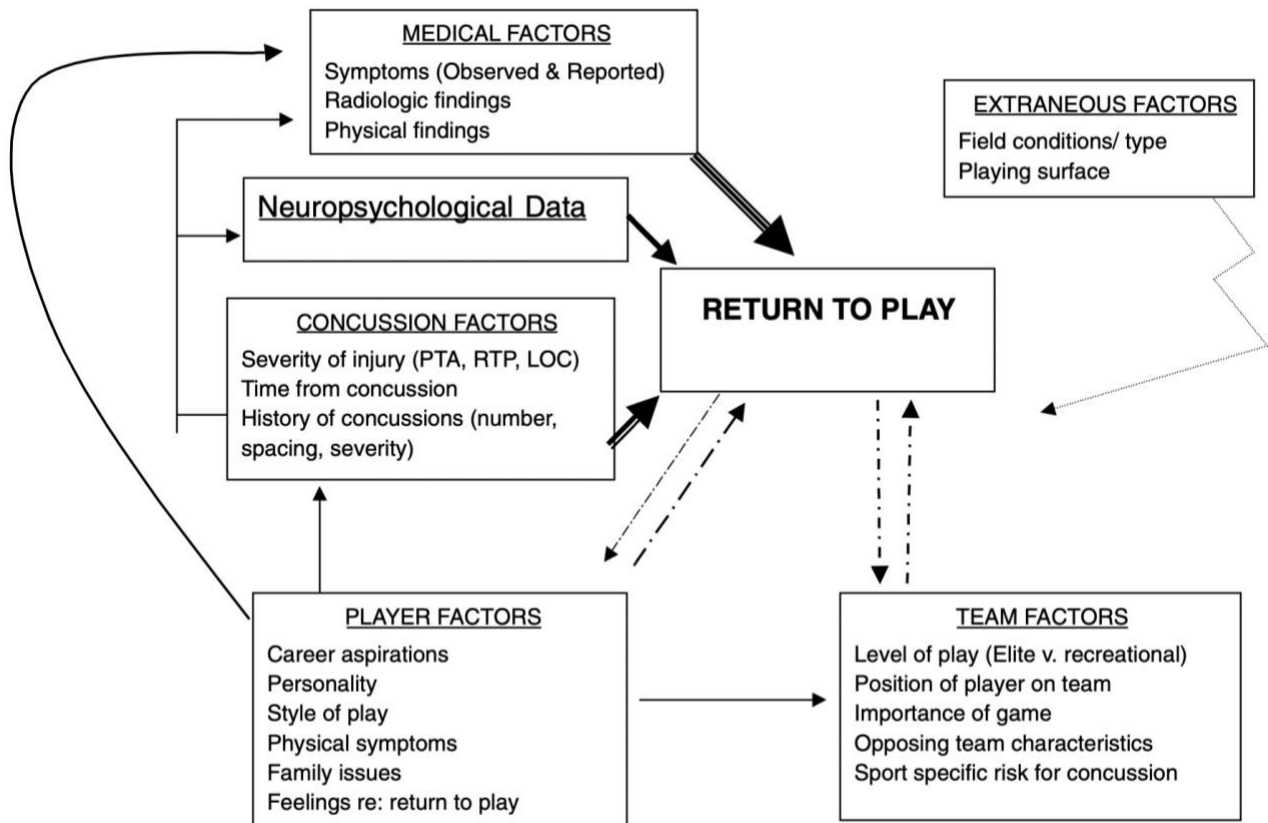


Tabella 7. La tabella illustra le interazioni dinamiche tra questi fattori. Come si può notare, alcune variabili hanno influenze dirette e importanti sulla decisione di RTP. Le linee solide e in grassetto rappresentano queste relazioni. Il numero di linee indica la forza dell'influenza. Ad esempio, i fattori medici hanno un'influenza molto forte e diretta sulla decisione dell'RTP. Anche i fattori neuropsicologici hanno una relazione diretta con la decisione sull'RTP, ma non sono così forti come i fattori medici. Alcuni fattori hanno una relazione tra di loro, oltre a essere correlati alla decisione sull'RTP. I fattori neuropsicologici e quelli legati alla concussion cerebrale sono correlati tra loro ed entrambi hanno effetti diretti sull'RTP. I fattori del giocatore e della squadra sono bidirezionali e hanno un impatto diretto (linee tratteggiate) sull'RTP. D'altra parte, i fattori estranei sono difficili da classificare e hanno un impatto sconosciuto sulla decisione dell'RTP.

L'articolo di **Kissick et al.(2005)**, discute sul management dell'atleta concusso riprendendo alcuni diversi concetti visti nei precedenti articoli e proponendo un protocollo per un adeguato RTP, lo *Step-Wise Return To Play Protocol (SWRTP)*. Una volta che gli atleti sono completamente asintomatici (il che include le manifestazioni fisiche, cognitive ed emotive della concussion cerebrale), possono procedere a un protocollo di RTP graduale (figura 3) (52,53).

La progressione nel protocollo dipende dall'asintomaticità di ciascun livello. In caso di sintomi, l'atleta deve interrompere l'attività, tornare al livello asintomatico precedente e cercare di progredire nuovamente il giorno successivo. Tuttavia, se i sintomi si ripresentano e sono persistenti, l'atleta deve tornare a riposare fino a quando non sarà asintomatico.

Le attività incentrate sulla respirazione, lo stretching e la tonificazione sono considerate potenzialmente utili ai primi livelli del processo riabilitativo (54,55).

Chiaramente, alcuni atleti potrebbero non essere in grado di progredire attraverso un ritorno al gioco graduale in modo così semplice e potrebbero richiedere un periodo più prolungato di riposo asintomatico prima di iniziare il programma, e più tempo per ogni fase. Non sono disponibili linee temporali definite per questo, ma sono piuttosto legate all'esperienza dello staff medico.

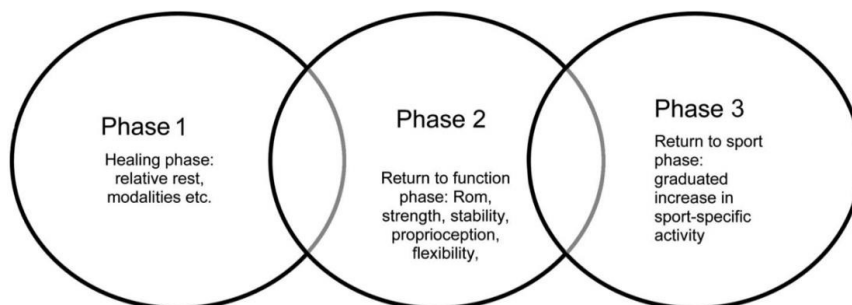


Figura 3. Le 3 fasi RTP descritte da Kissick et al. (2005).

- Step 1: No activity, complete rest (exertional and cognitive)
 - Step 2: Light aerobic exercise such as walking or stationary cycling, no resistance training
 - Step 3: Sport-specific training (eg, skating in hockey, running in soccer)
 - Step 4: Noncontact training drills
 - May add resistance training progressing from light to heavier weights at steps 3 or 4
 - Step 5: Full contact training after medical clearance
 - Step 6: Game play
- The athlete should progress to the next step only if completely asymptomatic at the current step. Each step should take a minimum of 1 day; symptoms may recur later in the day. If any symptoms are experienced, the athlete should drop back to the previous asymptomatic level and try to progress again after 24 hours.

Figura 4. Step-Wise Return To Play Protocol.

Per quanto riguarda il ritorno all'attività fisica, è stato dimostrato che l'allenamento con i pesi aumenta la pressione intracranica e aggrava i sintomi post-concussion, in particolare mal di testa, stato confusionale e così via (56)

È quindi fondamentale sottolineare all'atleta l'importanza del riposo totale. L'allenamento di resistenza può essere generalmente aggiunto nelle fasi successive dell'approccio graduale (intorno alla fase 4), iniziando con esercizi a basso peso/ad alto numero di ripetizioni per poi passare a pesi più elevati, se è possibile e tollerato.

L'atleta che ha seguito il protocollo di RTP a tappe ed è asintomatico è pronto a tornare a praticare sport. Prima del ritorno, tuttavia, il medico deve discutere con l'atleta l'importanza di ridurre il rischio di future commozioni cerebrali. L'equipaggiamento protettivo, la tecnica, il rispetto delle regole e la necessità di ritirarsi dal gioco in caso di lesioni ripetute o di riacutizzazione dei sintomi devono essere sottolineati all'atleta, così come alla famiglia, agli allenatori, ai preparatori, agli ufficiali di gara e ad altre persone associate all'atleta/allo sport.

Lo studio di Coorte di **Brett et al.(2020)**, ha esaminato se vi fosse correlazione tra presenza e gradiente di sintomi relativi a concussion cerebrale con RTP, e nel dettaglio se vi fosse: eterogeneità (un intervallo oltre lo zero come indicatore di "assenza di sintomi") nei punteggi di gravità dei sintomi quando gli atleti erano ritenuti pronti per iniziare un protocollo GRTP (*Gratuated Return To Play*); l'associazione di differenze demografiche, anamnestiche e situazionali con il fatto di essere ritenuti pronti per iniziare un protocollo GRTP; e se i punteggi di gravità dei sintomi in quel momento fossero associati alla durata del protocollo GRTP.

Lo studio è stato effettuato su un campione di 1531 atleti con Concussion cerebrale reclutati in 30 differenti università americane.

I partecipanti allo studio sono stati sottoposti alla compilazione e valutazione dei 22 sintomi comunemente associati alla concussion cerebrale, utilizzando l'inventario dei sintomi dello *Sport Concussion Assessment Tool-3rd Edition (22)*, quantificando i sintomi su una scala Likert da 0 a 6, dove 0 indica che il sintomo non è presente e 6 è il più grave.

Gli atleti sono stati seguiti per tutta la durata del recupero e hanno compilato inventari dei sintomi simili a quelli della *baseline* a 24-48 ore dopo l'infortunio, al momento dell'autorizzazione a iniziare il protocollo GRTP (cioè, punto temporale asintomatico), all'RTP e 6 mesi dopo l'infortunio. Il momento asintomatico è un momento non fisso (cioè "fluttuante") per la raccolta dei dati che richiede ai medici e staff sanitario di definire

"asintomatico" e la disponibilità a iniziare il protocollo GRTP in base alle esigenze specifiche dei singoli atleti. Nell'ambito di questo progetto di studio, gli atleti iniziano il protocollo GRTP quando i punteggi di gravità dei sintomi sono pari a 0 (non necessariamente "asintomatici" quindi, in senso tradizionale).

Diversi fattori sono stati associati a punteggi più elevati di gravità dei sintomi alla *baseline* e all'inizio del protocollo GRTP, tra cui il sesso (punteggi più alti tra le donne), disturbi psichiatrici multipli (depressione, ansia e disturbo bipolare), livelli più bassi di sonno e ADHD.

Gli atleti hanno completato la progressione del protocollo GRTP con fasi di sforzo fisico crescente, come previsto dalle linee guida di consenso internazionali (22).

La durata mediana dall'infortunio all'avvio del protocollo GRTP è stata di 6 giorni. Gli atleti hanno richiesto in media 8,5 giorni per completare il protocollo GRTP. Il tempo totale mediano dall'infortunio alla RTP senza restrizioni è stato di 13 giorni.

I risultati dello studio hanno suggerito che l'inizio di un protocollo GRTP può avvenire prima dell'assenza assoluta di tutti i sintomi, anche se i punteggi con maggiore gravità dei sintomi sono stati associati a una maggiore durata del protocollo GRTP, quindi sembra

esserci una correlazione tra gradiente di sintomi e RTP. La determinazione individuale degli atleti come asintomatici dovrebbe anche tenere conto di vari fattori demografici e anamnestici che sono associati a un punteggio di gravità dei sintomi elevato in quel momento. I risultati dello studio attuale possono essere utilizzati come mezzo per guidare i medici e staff sanitario specialistico verso l'inizio ottimale del GRTP in base al range di gravità dei sintomi empiricamente derivato all'inizio del protocollo.

Limiti

Va precisato che la presente revisione mostra alcuni limiti di carattere metodologico, conseguente al fatto che la selezione e l'analisi della bibliografia è stata condotta da un solo revisore e non è stata effettuata un'analisi quantitativa dei dati raccolti ma solo un'analisi qualitativa. Inoltre, il numero degli articoli inseriti nella revisione è ridotto e le caratteristiche dei disegni di studio e dei campioni esaminati sono eterogenee, rendendo pertanto i risultati difficilmente confrontabili.

A causa della natura descrittiva della maggior parte degli studi inclusi, non abbiamo valutato il rischio di bias.

Inoltre, la maggior parte degli studi in letteratura sembra soffermarsi maggiormente sulla fascia pediatrica e prima adolescenza, ignorando l'età adulta, e per di più quei pochi studi presenti non sono recenti.

A causa del numero esiguo di studi inclusi, non siamo riusciti a trovare studi che indagassero specificamente sulla riabilitazione negli adulti con PCS, sul timing del RTP in età adulta, o che differenziassero i risultati in base all'età, al sesso, alla tipologia di sport.

Esempi di bias di selezione sono le dimensioni ridotte del campione, i tassi di risposta sconosciuti, la selezione del campione mal descritta, la descrizione insufficiente dei non partecipanti.

Anche i bias informativi sono stati problematici. Diversi studi hanno utilizzato definizioni diverse e fuorvianti di concussion cerebrale, Sport related Concussion, o Post concussion Syndrome, non definendone precisamente il significato. Tutti questi fattori potrebbero influenzare i risultati e dovrebbero essere considerati con attenzione negli studi futuri, al fine di ottenere una migliore comprensione del management e del RTP dopo una concussion cerebrale sportiva.

CONCLUSIONI

Il *Return to Play* dell'atleta con PCS, è un processo complesso, multidimensionale e influenzato dall'interazione dinamica di più variabili. In quanto tale, deve essere gestito da un'equipé specializzata e multiprofessionale che si focalizzi sull'atleta in un'ottica bio-psico-sociale.

La dichiarazione di consenso di Zurigo, seppur risalente al 2008, rappresenta un riferimento da cui partire per gestire un atleta durante tutto il suo percorso di riabilitazione e nella delicata fase di ritorno all'allenamento e alle competizioni a seguito di concussion cerebrale.

La letteratura rimane concorde sul fatto che, il *Gratuated Retun To Play protocol*, rappresenta il miglior e più sicuro approccio per riportare in campo l'atleta con PCS.

Non ci sono tempistiche universali di RTP, ma quello che si evince dalla ricerca è che la maggior parte degli atleti con concussion recupera i livelli precedenti all'infortunio: gli atleti adulti e d'élite mostrano una ripresa più rapida (7-10 giorni di media), rispetto ai 30 giorni medi della fascia pediatrica/prima adolescenza.

Emerge inoltre la necessità di una gestione specifica degli atleti che presentano sintomi associati (cefalea persistente, ansia, depressione, ADHD) o determinati quadri clinici (PCS persistente e SIS), perchè dai dati emersi in letteratura sembrano essere associati ad un processo di RTP più complesso e/o prolungato che potrebbe condurre anche al ritiro dall'attività sportiva.

Sono necessarie ulteriori e robuste ricerche per stabilire una valutazione complessiva adeguata e completa e per definire linee guida di buona pratica per un preciso e sicuro processo di management e RTP dell'atleta con PCS.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CDC, «National Center for Injury Prevention and Control - Home Page|Injury Center|CDC», Centers for Disease Control and Prevention, mar. 09, 2020. <https://www.cdc.gov/injury/index.html> (consultato apr. 05, 2020).
- [2] Wood RL. Understanding the "miserable minority": a diathesis-stress paradigm for post-concussional syndrome. *Brain Injury*. 2004; 18:1135-53.
- [3] Lewine JD, Davis JT, Bigler ED, et al. Objective documentation of traumatic brain injury subsequent to mild head trauma: multimodal brain imaging with MEG, SPECT, and MRI. *J. Head Trauma Rehabil*. 2007; 22:141-55.
- [4] World Health Organization: *The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders: Clinical Descriptions and Diagnostic Guidelines*. Geneva, World Health Organization, 1992.
- [5] Brown SJ, Fann JR, Grant I. Postconcussional disorder: time to acknowledge a common source of neurobehavioral morbidity. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci*. 1994; Winter:15-22.
- [6] Chen SHA, Karekan DA, Fastenau DA, et al. A study of persistent post-concussion symptoms in mild head trauma using positron emission tomography. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. 2003; 74:326-32.
- [7] Collins MW, Iverson GL, Lovell MR, et al. On-field predictors of neuropsychological and symptom deficit following sports-related concussion. *Clin. J. Sport Med*. 2003; 13:222-9.

- [8] Sigurdardottir S, Andelic N, Roe C, et al. *Post-concussion symptoms after traumatic brain injury at 3 and 12 months post-injury: a prospective study. Brain Injury.* 2009; 23:489-97.
- [9]. *Report on Trends and Participation in Youth Sports.* Stuart, FL: National Council of Youth Sports; 2001.
- [10.]. *Behavioral Risk Factor Surveillance System: Exercise.* CDC; 2006. [Google Scholar]
- [11]. Faul M, Xu L, Wald MM, Coronado VG. *Traumatic Brain Injury in the United States: Emergency Department Visits, Hospitalizations and Deaths 2002-2006.* US Department of Health and Human Services; Mar, 2010. [Google Scholar]
- [12]. Finkelstein E, Corso P, Miller T. *The Incidence and Economic Burden of Injuries in the United States.* New York, NY: Oxford University Press; 2006. [Google Scholar]
- [13]. Langlois JA, Rutland-Brown W, Wald MM. *The epidemiology and impact of traumatic brain injury: a brief overview. J Head Trauma Rehabil.* 2006 Sep-Oct;21(5):375–378. [PubMed] [Google Scholar]
- [14]. Valovich McLeod TC, Bay RC, Heil J, McVeigh SD. *Identification of sport and recreational activity concussion history through the preparticipation screening and a symptom survey in young athletes. Clin J Sport Med.* 2008 May;18(3):235–240. [PubMed] [Google Scholar]
- [15] Cusimano MD. *Canadian minor hockey participants' knowledge about concussion. Can J Neurol Sci.* 2009 May;36(3):315–320. [PubMed] [Google Scholar]
- [16]. Notebaert AJ, Guskiewicz KM. *Current trends in athletic training practice for concussion assessment and management. J Athl Train.* 2005 Oct-Dec;40(4):320–325. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

- [17]. Covassin T, Elbin R, 3rd, Stiller-Ostrowski JL. *Current sport-related concussion teaching and clinical practices of sports medicine professionals. J Athl Train. 2009 Jul-Aug;44(4):400–404. [PMC free article][PubMed] [Google Scholar]*
- [18] Cusimano M.D. *Canadian minor hockey participants' knowledge about concussion. Can J Neurol Sci. 2009; 36: 315-320*
- [19] Notebaert AJ, Guskiewicz KM. *Current trends in athletic training practice for concussion assessment and management. J Athl Train 2005;40(4):320–5.*
- [20] Covassin T, Elbin R 3rd, Stiller-Ostrowski JL. *Current sport-related concussion teaching and clinical practices of sports medicine professionals. J Athl Train 2009;44(4):400–4.*
- [21] Field M, Collins MW, Lovell MR, et al. *Does age play a role in recovery from sports-related concussion? A comparison of high school and collegiate athletes. J Pediatr 2003;142(5):546–53.*
- [22] McCrory P, Meeuwisse W, Johnston K, Dvorak J, Aubry M, Molloy M, et al. *Consensus statement on concussion in sport - the Third International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2008. Phys Sportsmed. 2009;37:141-59.*
- [23] Ryan LM, Warden DL. *Post concussion syndrome. Int Rev Psychiatry. 2003 Nov;15(4):310-6. doi: 10.1080/09540260310001606692. PMID: 15276952.*
- [24] McCauley SR, Boake C, Pedroza C, Brown SA, Levin HS, Goodman HS, Merritt SG. *Postconcussional disorder: Are the DSM-IV criteria an improvement over the ICD-10? J Nerv Ment Dis. 2005 Aug;193(8):540-50. [PubMed]*

- [25] Lishman WA. *Physiogenesis and psychogenesis in the post-concussional syndrome. Br. J. Psychiatry.* 1988; 153:460-9.
- [26] McLean SA, Kirsch NL, Tan-Schriner CU, et al. *Health status, not head injury, predicts concussion symptoms after minor injury. Am. J. Emergency Med.* 2009; 27:182-90.
- [27] Wood RL. *Understanding the "miserable minority": a diathesis-stress paradigm for post-concussional syndrome. Brain Injury.* 2004; 18:1135-53.
- [28] Alexander M. *Mild traumatic brain injury: pathophysiology, natural history, and clinical management. Neurology.* 1995; 45:1253-60.
- [29] Kirkwood MW, Yeates KO, Wilson PE. *Pediatric sport-related concussion: a review of the clinical management of an oft-neglected population. Pediatrics.* 2006; 117:1359-71.
- [30] Packard RC, Hamm LP. *Pathogenesis of posttraumatic headache and migraine: a common headache pathway? Headache.* 1997; 37:142-52.
- [31] Finkel AG. *Epidemiology of cluster headache. Curr. Pain Headache Rep.* 2003; 7:144-9.
- [32] Register-Mihalik JK, Mihalik JP, Guskiewicz KM. *Balance deficits after sports related concussion in individuals reporting post-traumatic headache. Neurosurgery.* 2008; 63:76-80.
- [33] McHugh T. *Natural history of the long-term cognitive, affective, and physical sequelae of mild traumatic brain injury. Brain Cognition.* 2006; 60:209-11.

[34] Guskiewicz KM, Marshall SW, Bailes J, et al. Recurrent concussion and risk of depression in retired professional football players. *Med. Sci. Sport Exerc.* 2007; 39:903-9.

[35] Cara M. Permenter , Ricardo J. Fernández-de Thomas , Andrew I. Sherman ; 2022 Jan. *Postconcussive Syndrome*

[36] Pfito A, Chen J, Johnston KM. Contributions of functional magnetic imaging (fMRI) to sport concussion evaluation. *Neurorehabilitation.* 2007; 22:217-27.

[37] Begaz T, Kyriacou D, Segal J, et al. Serum biochemical markers for post-concussion syndrome in patients with mild traumatic brain injury. *Jour. Neurotrauma.* 2006; 23:1201-10.

[38] Lydia McKeithan , Natalie Hibshman, Aaron M Yengo-Kahn , Gary S Solomon , Scott L Zuckerman .*Sport-Related Concussion: Evaluation, Treatment, and Future Directions Med Sci Basel* Mar 2019;15;7(3):44.

[38] Davis G, Marion DW, Le Roux P, et al. Clinics in neurology and neurosurgeryVextradural and subdural haematoma. *Br. J. Sports Med.* 2010; 44:1139Y43.

[39] Cantu RC, Register-Mihalik JK. Considerations for return-to-play and re- tirement decisions after concussion. *PM R.* 2011; 3(10 suppl 2):S440Y4.

[40] Herring SA, Cantu RC, Guskiewicz KM, et al. Concussion (mild traumatic brain injury) and the team physician: a consensus statementV2011 update. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2011; 43:2412Y22.

[41] Hou R, Moss-Morris R, Peveler R, et al. When a minor head injury results in enduring symptoms: a prospective investigation of risk factors for postconcussional

syndrome after mild traumatic brain injury. J. Neurol. Neurosurg Psychiatry 2012; 83:217Y23.

[42] Iverson GL. Misdiagnosis of the persistent postconcussion syndrome in patients with depression. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2006; 21:303Y10.

[43] Cantu RC, Recurrent athletic head injury: risks and when to retire. *Clin. Sports Med.* 2003; 22:593Y603, x.

[44] Cantu RC, Register-Mihalik JK. Considerations for return-to-play and retirement decisions after concussion. *PM R.* 2011; 3(10 suppl 2):S440Y4.

[45] Cantu RC, Return to play guidelines after a head injury. *Clin. Sports Med.* 1998; 17:45Y60.

[46] Cantu RC, When to disqualify an athlete after a concussion. *Curr. Sports Med. Rep.* 2009; 8:6Y7.

[47] Grindel SH, Lovell MR, Collins MW. The assessment of sport-related concussion: the evidence behind neuropsychological testing and management. *Clin J Sport Med.* 2001;11:134–143.

[48] Cantu RC, Guskiewicz K, Register-Mihalik JK. A retrospective clinical analysis of moderate to severe athletic concussions. *PM R* 2010;2(12):1088–93.

[49] Guskiewicz KM, McCrea M, Marshall SW, et al. Cumulative effects associated with recurrent concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *JAMA* 2003;290(19):2549–55

[50] Collins MW, Lovell MR, Iverson GL, et al. Cumulative effects of concussion in high school athletes. *Neurosurgery* 2002;51(5):1175–9 [discussion: 1180–1].

[51] Putukian M, Aubry M, McCrory P. Return to play after sports concussion in elite and non-elite athletes? *Br J Sports Med* 2009;43(Suppl 1):i28–31.

[52] Aubry M, Cantu R, Dvorak J, et al. Summary and agreement statement of the 1st Symposium on Concussion in Sport, Vienna, 2001. *Clin J Sport Med*. 2002;12:6–11.

[53] Iverson GL, Gaetz M, Lovell MR, et al. Relation between subjective foggiess and neuropsychological testing following concussion. *J Int Neuropsychol Soc*. 2004;10:904–906.

[54] McCrory P. Does second impact syndrome exist? *Clin J Sport Med*. 2001; 11:144–149

[55] Johnston KM, Bloom GA, Ramsay J, et al. Current concepts in concussion rehabilitation. *Curr Sports Med Rep*. 2004;3:316–323.

[56] Haykowsky M, Eves N, Warburton D, et al. Resistance exercise, the Valsalva maneuver, and cerebrovascular transmural pressure. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:65–68.

[57] Pellman EJ, Lovell MR, Viano DC, et al. Concussion in professional football: recovery of NFL and high school athletes assessed by computerized neuropsychological testing—part 12. *Neurosurgery* 2006;58:263–74.

[58] Pellman EJ, Lovell MR, Viano DC, et al. Concussion in professional football: neuropsychological testing—part 6. *Neurosurgery* 2004;55:1290–305.

