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. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

RACCHETTA E TIPO IMPUGNATURA POSSONO RAPPRESENTARE FATTORI DI RISCHIO PER LO SVILUPPO DI PATOLOGIE ALL'ARTO SUPERIORE NEL TENNISTA? REVISIONE DELLA LETTERATURA.

Candidato: Dott. Matteo Mariano

Relatore: Dott. Marco Strobe, OMPT

SOMMARIO

ABSTRACT....5
Background....5
Obiettivi....5
Materiali e metodi....5
Risultati e discussione....5
Conclusioni e implicazioni dei risultati principali....5

INTRODUZIONE....7
Fondamentali del tennis....8
Obiettivi....13

MATERIALI E METODI....14
Strategie di ricerca....14
Sringa di ricerca....14
Criteri di eleggibilità....15
Criteri di inclusione....15
Criteri di esclusione....16
Estrazione dei risultati....16
Valutazione rischio bias....16

RISULTATI....17
Selezione degli studi....17
Caratteristica degli studi....19
Valutazione rischio bias degli studi....21
Sintesi dei risultati....22

DISCUSSIONE....26
Dampner....26
Larghezza del manico....27
Tensione/rigidità delle corde....27
Proprietà della racchetta....29
Tipologia dei colpi....30
Tipologia impugnatura....30
Limiti dello studio....31

CONCLUSIONI....32

BIBLIOGRAFIA.....33

ABSTRACT

Background: Il tennis è popolare in tutto il mondo, con milioni di partecipanti a questo sport. A differenza di molti altri sport, il tennis viene praticato da giovani, persone di mezza età e anziani. La partecipazione al tennis mette i giocatori a rischio di infortunio, indipendentemente dal livello di prestazione (ad esempio, competitivo o amatoriale), mentre il profilo degli infortuni nel tennis rimane unico rispetto ad altri sport con racchetta e overhead, per quanto riguarda le esigenze fisiche, i carichi biomeccanici e l'attrezzatura. Il tennis differisce dagli altri sport in termini di durata della partita (esposizione), superficie di gioco e strumenti ed è caratterizzato da movimenti ripetitivi degli arti superiori ad alta velocità, che possono portare a lesioni da sovraccarico. Fortunatamente, la gran parte delle lesioni risponde al trattamento conservativo e non richiede un intervento chirurgico. In prevalenza, i giocatori sono in grado di tornare al livello di attività precedente dopo un trattamento appropriato.
La maggior parte degli studi ha molteplici prospettive (epidemiologia, biomeccanica, prestazioni), tuttavia solo pochi studi sono stati in grado di identificare fattori di rischio o meccanismi che contribuiscono agli infortuni del tennis.

Obiettivo: L'obiettivo di questa revisione é identificare e valutare criticamente le prove relative ai fattori di rischio per le lesioni agli arti superiori nei giocatori di tennis e se tra questi sono presenti la tipologia di racchetta e di impugnatura.

Materiali e Metodi: La revisione è stata condotta in conformità con il quadro Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA), utilizzando una domanda di ricerca sviluppata appositamente per indagare la possibile correlazione tra l'impugnatura e la tipologia della racchetta con le patologie dell'arto superiore. È stata condotta una ricerca sul database informatici di Medline, consultata tramite il motore di ricerca di PubMed, a cui si è affiancata una ricerca manuale a partire dalle bibliografie degli articoli inclusi.
Sono stati compresi studi osservazionali retrospettivi e prospettici, in lingua inglese e italiana. Esclusi invece quelli non disponibili in fulltext. La valutazione è stata eseguita attraverso la Newcastle-Ottawa Scale (NOS).

Risultati: Le stringhe di ricerca hanno prodotto 512 record. Di questi, hanno soddisfatto i criteri di inclusione 13 articoli case report. In totale i potenziali fattori di rischio evidenziati sono: gommino antivibrazione, larghezza del manico, tipologia impugnatura, tipologia dei colpi, proprietà della racchetta e caratteristiche delle corde.

Conclusioni: Ad oggi la letteratura in questo ambito risulta ancora molto povera e con studi di media qualità, principalmente case report con popolazione ristretta non del tutto rappresentativa. La ricerca ha prodotto risultati parecchio eterogenei e risulta ancora difficile individuare dei fattori di rischio che comportino patologie dell'arto superiore.

1. INTRODUZIONE

Il tennis è uno degli sport più diffusi e praticati al mondo: viene giocato in tutte le classi sociali, a tutte le età, indipendentemente dal livello di gioco, in tutte le stagioni e su diverse superfici (erba, terra rossa, cemento e sintetico). A differenza di molti sport, la durata del gioco effettivo durante una partita non è determinata da nessun limite di tempo, per cui le partite possono durare per diverse ore, richiedendo centinaia di esplosioni di energia brevi ed immediate.

Non essendo uno sport di contatto, non è considerato uno degli sport rischiosi.
A seconda degli studi, la probabilità di lesioni è compresa tra 0,04 e 3 lesioni per 1000 ore di gioco. Diversi studi hanno concluso che l'estremità inferiore è la zona più frequentemente infortunata (dal 39% al 65%), seguita dall'arto superiore (dal 24% al 46%) e infine dal tronco (dal 8% al 22%) e per ultima la testa.

Per meglio capire l'elaborato svolto, di seguito tratterò nel dettaglio ciò che concerne i colpi e le attrezzature usate nel tennis.

1.1. FONDAMENTALI DEL TENNIS

Tutti i diversi colpi nel tennis hanno una diversa natura biomeccanica ripetitiva.

Diritto, il fondamentale più facile e probabilmente il primo colpo che si impara nelle scuole tennis: per realizzare un dritto, bisognerà far oscillare la racchetta da tennis attraverso il corpo sullo stesso lato della mano principale su cui è tenuta la racchetta. Questo può essere eseguito con diverse impugnature:

- Continental, che si ottiene immaginando di prendere in mano un martello con la base dell'indice e l'ipotenar entrambi sulla faccia n°2 del manico. In questo modo si verrà a creare una V sullo spigolo tra i lati 1e 8 del manico.
- Per ottenere l'impugnatura Eastern, il polpastrello dell'indice e la parte inferiore del palmo devono appoggiare sul terzo smusso del manico, quasi come se si dovesse stringere la mano ad una persona. Questa impugnatura è molto classica nel dritto per la facilità di esecuzione del colpo piatto o con un topspin non esagerato.
- L'impugnatura Semi-Western si ottiene posizionando l'ipotenar ed il polpastrello dell'indice sul quarto lato del manico. Si tratta di un'impugnatura molto utilizzata oggi in quanto risulta semplice colpire sia piatto che in topspin.

Per quanto riguarda il rovescio, quello a due mani è diventato il più utilizzato. La posizione delle due mani varia in base alla comodità del giocatore. Può essere eseguito con la mano destra in Continental e la sinistra in Eastern di diritto; oppure mano destra in Eastern di rovescio e mano sinistra Eastern di diritto.
È possibile colpire di rovescio anche con una mano, con impugnatura Eastern o Western.

Col servizio, il tennista lancia la palla in aria e la colpisce alla sua altezza di picco, al fine di ottenere il miglior angolo possibile.

La volée è un colpo aggressivo che viene normalmente prodotto per forzare l'avversario o per vincere un punto a rete: il colpo viene eseguito prima che la palla rimbalzi, con l'obiettivo di spedire

la palla nel campo avversario prima che l'avversario abbia il tempo di reazione necessario. Questo colpo può essere svolto con diritto o rovescio.

Il drop shot è uno dei colpi più belli, esteticamente parlando, e complessi nel gioco del tennis: si usa quando l'avversario è piuttosto in fondo al campo o fuori posizione. La palla da tennis viene colpita dolcemente e appena sopra la rete per cercare di farla rimbalzare due volte prima che l'avversario possa raggiungere la stessa.

Smash, movimento analogo a quello che si effettua nel caso del servizio, con l'eccezione che nel servizio è il giocatore a lanciarsi la palla, mentre nello smash la traiettoria della palla dipende dal precedente colpo dell'avversario.

LA RACCHETTA

La racchetta da tennis può essere divisa in tre sezioni: Il manico, il collo e la testa.

Manico

L'impugnatura è il collegamento tra la racchetta e la mano del tennista. Pertanto, è importante adattare l'impugnatura in modo ottimale alla mano. Distinguiamo tra diverse dimensioni e forme dell'impugnatura. L'overgrip ha anche un'influenza sulla dimensione dell'impugnatura.

Collo

A questo punto la sottile impugnatura si fonde nell'ampia testa della racchetta. Questo dà alla gola la sua tipica forma a V. Un rinforzo orizzontale collega entrambi i lati della V per aumentare la stabilità della gola della racchetta.

Testa

La testa della racchetta è il volto della racchetta da tennis. Una componente importante della testa della racchetta è l'incordatura. Il piatto corde è bloccato nel telaio ed è composto da diverse corde

principali (verticali) e incrociate (orizzontali). In generale è possibile scegliere tra diverse dimensioni della testa della racchetta, materiali delle corde, modelli di corde e tensioni delle corde.

Sweet spot

Lo sweet spot è di particolare importanza per un gioco di successo con la racchetta da tennis. Lo sweetspot è la zona del letto di corde dove un giocatore colpisce la palla da tennis con la massima accelerazione e precisione.

Qui la vibrazione del telaio è minima. Per questo motivo quest'area è chiamata anche il punto di contatto ideale. A seconda delle dimensioni della testa e del tipo di corde, la dimensione e la posizione dello sweetspot cambia.

Caratteristiche

Lunghezza

La lunghezza della racchetta è la distanza tra l'estremità dell'impugnatura e l'estremità della testa della racchetta. Avete due opzioni per scegliere la lunghezza della racchetta:

La maggior parte delle racchette da tennis hanno la lunghezza standard di 68,6 cm (27 pollici). Tuttavia, ci sono anche racchette di lunghezza in eccesso fino a 73,7 cm (29 pollici). Queste sono chiamate racchette a corpo lungo. Una racchetta di lunghezza standard è generalmente più facile da manovrare di una racchetta a corpo lungo. Questo vi dà anche un migliore controllo. Se questi due punti sono importanti per voi, allora una racchetta di lunghezza standard è la scelta migliore.
Una racchetta più lunga vi darà automaticamente una portata più ampia. La lunghezza extra aumenta anche la leva quando si colpisce la palla. Nel complesso, è possibile creare più potenza con una racchetta più lunga.

Dimensioni

Le dimensioni della testa influenzano essenzialmente il controllo di una racchetta e l'accelerazione della palla durante la corsa.
Più grande è la testa della racchetta, più grande è lo sweetspot. Questa è l'area in cui è possibile colpire la palla alla massima accelerazione. Così si ha più potenza con una grande testa di racchetta. Inoltre, più grande è l'area, meno palle colpisci male che hai. Ecco perché una grande testa di racchetta è particolarmente adatta ai principianti. L'aspetto negativo di una testa di racchetta grande è che si ha meno controllo sulla palla. Una testa di racchetta più piccola ha uno sweetspot più piccolo, ma il vantaggio è che si può colpire la palla con più precisione. Quindi, se sei un giocatore avanzato o un professionista, scegli una racchetta con una testa piccola.

Profilo

La larghezza del fascio è la cifra chiave per l'altezza o lo spessore del telaio della racchetta. Qui potete scegliere tra un telaio sottile o uno spesso. L'unità di misura dell'altezza del telaio è il millimetro. Invece di un'altezza uniforme del telaio, alcuni produttori specificano le singole altezze delle tre aree della testa della racchetta, del centro e della gola, ad esempio "21-23-21 mm".
Un telaio sottile ha un'altezza di 17 – 24 mm ed è generalmente più flessibile. Questa caratteristica fa sì che il telaio si deforma di più quando colpisce. Si ha quindi un miglior controllo del colpo, ma si deve sacrificare un po' di potenza. Un telaio spesso può essere riconosciuto da un'altezza del telaio di 25-30 mm. Poiché un telaio più spesso è più rigido, si ha una perdita di energia relativamente minore quando si colpisce la palla. Ciò significa che è possibile generare un'accelerazione maggiore. Al contrario del telaio sottile, tuttavia, si ha un controllo leggermente inferiore sulla palla.

Misura del manico

La dimensione dell'impugnatura è la circonferenza del manico della racchetta. Di solito è indicata in pollici, nei paesi europei anche in cm o con numeri. Per offrire il miglior comfort di gioco, l'impugnatura deve essere regolata in base alle dimensioni della propria mano.

Bilanciamento

Il punto di equilibrio indica il centro di peso della racchetta da tennis. Qui la racchetta è bilanciata in modo uniforme. In generale, il punto di equilibrio viene misurato dal tappo della racchetta. A seconda della distribuzione del peso, si può scegliere tra una racchetta pesante per la testa, leggera per la testa o bilanciata. La lunghezza standard di una racchetta da tennis è di 68,8 cm. Per una racchetta bilanciata, il punto di equilibrio è di 33 cm. Se il punto di bilanciamento è superiore a questo valore, la racchetta è pesante in alto. Le racchette con impugnatura pesante hanno un punto di bilanciamento inferiore a 33 cm. I tennisti con uno stile di swing corto amano giocare con una racchetta pesante. A causa del sovrappeso nella testa della racchetta, si sviluppa una grande potenza di swing e si può creare un'elevata accelerazione della palla da tennis.
D'altra parte, la manovrabilità della racchetta ne soffre. Il centro di gravità nella zona della testa della racchetta rende difficile un'oscillazione precisa. Si ha quindi meno controllo sul proprio swing.

La maggior parte dei giocatori esperti preferisce una racchetta con un bilanciamento leggero della testa. Questa ha più peso nella zona del grip. Questa caratteristica aumenta la manovrabilità della racchetta in quanto il centro di gravità è più vicino al corpo. Da un lato, questo vi dà un ottimo controllo, ma dall'altro lato l'accelerazione non è così alta come con un modello con un peso di testa elevato. Bisogna essere in grado di generare da soli una potenza sufficiente. Quindi, se avete uno stile di swing forte e potente, una racchetta leggera da testa è la scelta giusta per voi.
Una racchetta bilanciata ed equilibrata avrà quasi lo stesso peso nel manico e nella testa.

Peso

Il peso della racchetta è un fattore molto importante nella scelta della racchetta da tennis giusta. Il peso influisce sia sulla manovrabilità e sul comfort che sulle prestazioni della racchetta.
Il peso della racchetta si divide in quattro diverse categorie, da "molto leggera" a "pesante". Il peso della maggior parte delle racchette da tennis è nella gamma media (281 – 300 g).

1.2. OBIETTIVI

L'evoluzione delle attrezzature e delle superfici di gioco ha influenzato anche il tipo e la frequenza degli infortuni [1-11-12].

Gli studi sugli infortuni nel tennis hanno identificato il tasso di incidenti, la posizione e il tipo di infortunio. Tuttavia, solo pochi studi sono stati in grado di identificare fattori di rischio o meccanismi che contribuiscono agli infortuni del tennis. L'obiettivo di questa revisione sarà identificare e valutare criticamente le prove relative ai fattori di rischio per le lesioni agli arti superiori nei giocatori di tennis.

2. MATERIALE E METODI

2.1. STRATEGIA DI RICERCA

Prima di iniziare la ricerca bibliografica, è stato importante individuare il quesito a cui rispondere attraverso la ricerca scientifica. Per semplificare questo processo è stato utilizzato il sistema PECO, utile nella formulazione di quesiti clinici riguardo alla probabilità di essere esposti ad una patologia. PEO è una sigla, le cui lettere in formato esteso significano: "P" paziente o popolazione, "E" esposizione ed "O" outcome [42]. Nello specifico, il PECO di questo elaborato è stato articolato come segue per rispondere ad un quesito di tipo diagnostico: "P" = soggetti tennisti professionali/amatoriali; "E" = proprietà della racchetta, tipologia impugnatura, tipologia di colpi ed accessori racchetta; "O" = patologie dell'arto superiore.

2.2. STRINGA DI RICERCA

La revisione della letteratura è stata condotta in un database elettronico, MedLine, fino a Aprile 2022. I quesiti di ricerca sono stati costruiti utilizzando combinazioni di parole chiave ed Operatori Booleani. Inoltre, è stata condotta una ricerca manuale nell'elenco delle citazioni degli articoli inclusi, per rilevare eventuali pubblicazioni rilevanti non identificate dalla ricerca nei database elettronici. La strategia di ricerca è riportata in Tabella I.

Banca dati	Key Words	Data ricerca
MEDLINE (PubMed)	Stringa: (Tennis player) AND (hand grip OR hand strength OR grip strength OR eastern OR western OR semi western OR continental OR racket OR groundstroke OR Backswing OR One handed backhand OR Double Handed backhand OR Backspin OR Slice OR Underspin OR Volèe OR Lob OR Smash OR Drop Shot Topspin OR Forehand drive	Aprile 2022

	OR BackHand stroke OR Backspin OR Grip Band OR grip size OR Cuscion grip bands OR Sweet spot OR String OR Racket head OR Racket shaft OR Racket handle OR Troat OR Vibration dampener OR Balance point OR Beam widht OR Head size OR racket length OR racket weight OR Tension OR pounds OR Composition OR Flex OR Stiff OR Grip size OR Racket vibratio OR string tension OR string pattern)	

2.3. CRITERI DI ELEGGIBILITA'

Un autore indipendente (MM) ha revisionato gli articoli ottenuti dalla ricerca precedentemente descritta, secondo i criteri di eleggibilità e possibile inclusione. Tutti i titoli e gli abstract ottenuti dalla ricerca sono stati selezionati secondo i criteri di inclusione elencati di seguito. Nel caso in cui, dopo l'analisi di titolo ed abstract, permanesse un'incertezza sulla potenziale aderenza a questi criteri, il revisore ha analizzato il full text degli scritti in questione.

2.3.1. Criteri di inclusione

- Tipo di studio: nella revisione sono stati inclusi disegni di studio quali meta-analisi, sistematic review, studi prospettici (tra cui longitudinali di coorte) e studi retrospettivi (tra cui caso controllo) in lingua italiana ed inglese.
- Tipo di partecipanti: nella revisione sono stati inclusi gli studi basati su giocatori di tennis, di ogni età, sia professionisti che amatoriali.
- Tipo di intervento: nella revisione sono stati inclusi gli studi in cui sono stati indagati i fattori di rischio responsabili o associati all'insorgenza di patologie dell'arto superiore.

- Tipo di outcome: nella revisione sono stati considerati gli outcome che hanno portato all'identificazione di fattori di rischio associati a patologie dell'arto superiore.

2.3.2. Criteri di esclusione

- Tipo di studio: nella revisione sono stati esclusi i seguenti disegni di studio: revisioni non sistematiche (narrative), studi trasversali, case series, case report, lettere, editoriali, commenti, relazioni congressuali e articoli con full text non disponibile e con lingua diversa dall'italiano e dall'inglese.
- Tipo di intervento: nella revisione sono stati esclusi gli studi che non consideravano i fattori di rischio non associabili a patologie dellarto superiore.

2.4. ESTRAZIONE DEI RISULTATI

Un revisore indipendente (MM) si è occupato dell'estrazione dei dati: nome dell'autore, anno di pubblicazione, disegno di studio, intervento ed outcome. Eventuali discrepanze nell'interpretazione sono state risolte mediante confronto diretto cercando il consenso con l'eventuale intervento di un secondo revisore (MS).

2.5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO BIAS

Per la valutazione della qualità metodologica degli studi è stata utilizzata la scala NOS (Newcastle-Ottawa Scale) [5]. La NOS, sviluppata dal "Ottawa Hospital Research Institute" in Canada per la valutazione qualitativa di studi di coorte o caso controllo, presenta 8 item, suddivisi in tre categorie: selection of study group (4 item), comparability of groups (1 item) ed ascertainment of exposure/outcome (3 item). Vengono assegnate delle stelle per ciascuna categoria, in base alla qualità di ogni singolo item, per favorire la valutazione a livello visivo. Per i 4 items del dominio selection of study group e per i 3 items del dominio ascertainment of exposure/outcome può essere data un massimo di una sola stella per ciascun item, mentre per l'unico item del dominio comparability of groups possono essere date un massimo di due stelle.

3. RISULTATI

3.1. SELEZIONE DEGLI STUDI

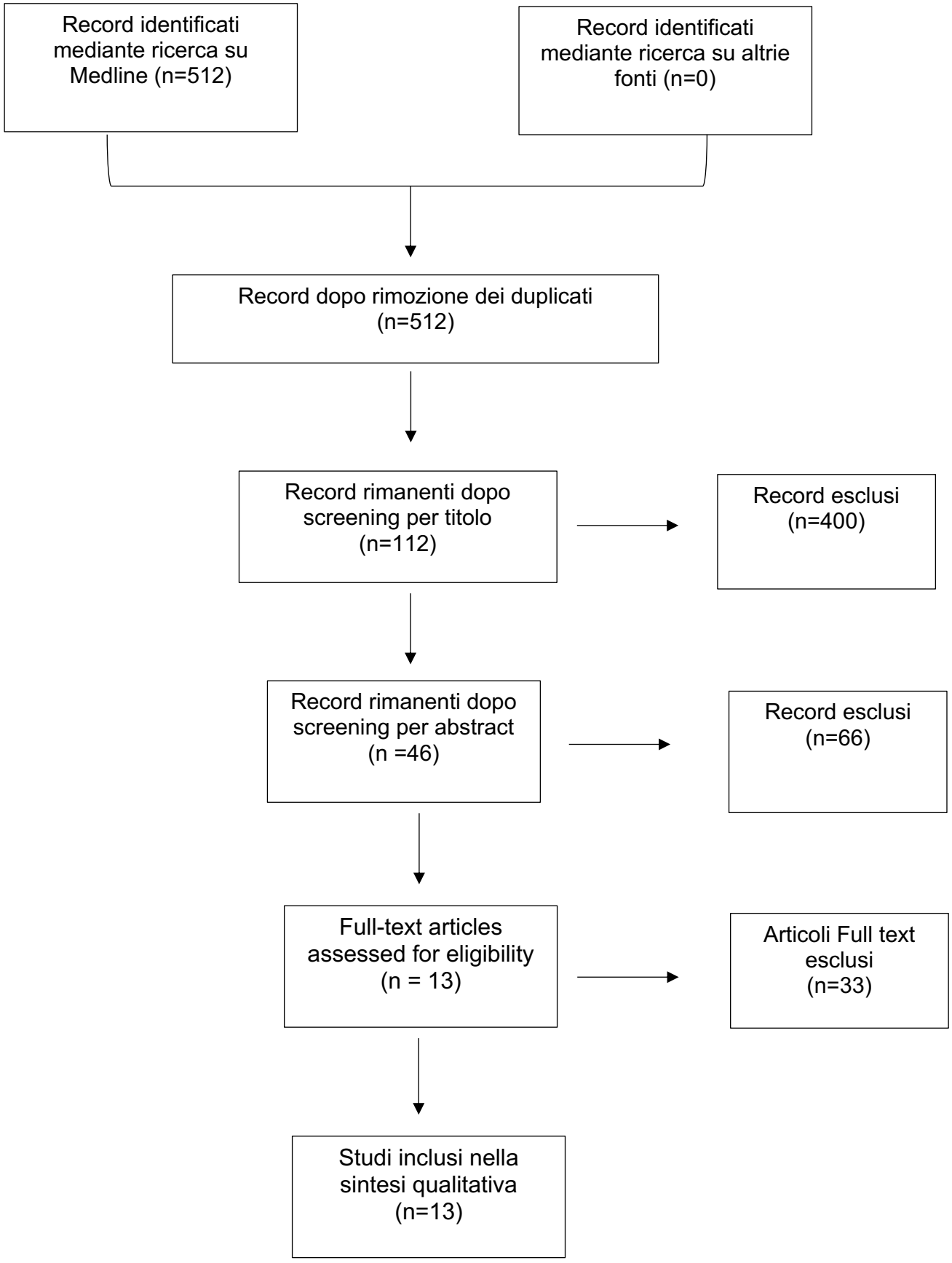
Le stringhe individuate hanno prodotto un totale di 512 record al 30 Aprile 2022. Tutti questi sono stati individuati attraverso il database Medline.

Il primo step di selezione è stato effettuato attraverso la lettura dei titoli, che ha portato all'esclusione di 400 record a causa dell'incongruenza con il quesito di ricerca o con i criteri d'inclusione. Dopodiché sono stati esclusi 66 ulteriori record dopo la consultazione dell'abstract.

Dei 46 record rimanenti 30 sono stati esclusi dopo l'analisi del full-text.

Al termine della ricerca sono stati individuati 13 studi di coorte rilevanti ai fini della revisione. Il processo di selezione degli studi è stato sintetizzato nella flow-chart Prisma, riportata di seguito in Figura 1.

Figura 1: Flow-chart del processo di selezione degli studi



3.2. CARATTERISTICHE DEGLI STUDI

È stata fatta un'estrazione e una sintesi dei dati di ogni articolo (Tabella 1), con la finalità di raggruppare e mettere in risalto i punti chiave ed i principali risultati di ciascuno in modo da facilitarne l'analisi. Le informazioni riportate sono le seguenti: primo autore, anno di pubblicazione, popolazione, numero di partecipanti, caratteristiche dei partecipanti, criteri di inclusione, fattori di rischio riportati ed outcome.

Tabella 1: Tabella estrazione dei dati

Autore - anno	Popolazione	Esposizione	Outcome
F.X. LI et al – 2004 [6]	Twenty righthanded participants of varying tennis playing experience	Dampner vibration	Small device could not absorb and damp vibration from the racket frame in a finite time
George F. Hatch III et al –2006 [17]	Sixteen asymptomatic Division I and II collegiate tennis players	Grip size	no significant differences in muscle activity between small or big grips in anymuscle
Claire L. Stroede et al - 1998 [8]	Twenty tennis player (10males,10females)aged18± 29 years	String vibration dampers	do not reduce impact discomfort
Shyi-Kuen Wu et al –2001 [20]	Five male advanced tennis players and 4 male and 1 female beginning tennis players participated.	Backhand stroke	A long backswing in a onehanded backhand stroke may assist in reducing the risks of tennis-related upper extremity over-use injuries.
Thomas Creveaux et al –2013 [25]	Five male players	Raquet properties	light racket with low polar moment may increase biomechanical requirements (shoulder)
Nicholas A. Busuttil et al - 2020 [28]	Sixteen right-handedsub-elite adolescent tennis players	Grip position	No significant difference between Grip position

Jean Bernard Fabre et al – 2014 [45]	Sixteen tennis players	String tension	the use of high-stiffness string is not advised fornovice players
J. Rossi et al – 2014 [16]	Eight males	Handle grip size	Handle grip size thus appears to be a significant contributing factor in overuse injuries for tennis players
Badri R Mohandhas et al - 2016 [44]	Twenty recreational tennis players	String tension	Reducing string-tension should be considered favorably with respect to reducing the risk of developing lateral epicondylitis
Isabelle Rogowski et al – 2014 [22]	Eight male tennis players	Racket polar moment	larger polar of inertia place additional loads on the upper extremity when serving
Isabelle Rogowski et al – 2015 [26]	Seven male and two female right-handed competitive tennis players	Raquet properties	no interrelated effect of playing velocity and racket tennis condition on the racket vibration behavior and shock transmission
Machar Reid et al – 2007 [24]	12 high-performance male players	Tennis serve	The shoulder joint kinetics do not vary depending on the type of serve performed
Cyril Genevois et al – 2018 [23]	Fourteen right-handed male competitive tennis players	Tennis stroke	differences in the upper limb joint kinematics in the flat and topspin forehand drives of competitive adult players

3.3. VALUTAZIONE RISCHIO BIAS

La valutazione qualitativa dei 12 studi di coorte inclusi è stata eseguita con la scala NOS [5]. I risultati sono stati riportati in tabella 2.

Gli studi rilevati presentano in media una buona qualità metodologica (5,6,7/9), riportando solo uno studio di bassa qualità [17], 10 di qualità media [6-8-20-25-28-16-22-26-24] e 2 di alta qualità [23-]

Le sezioni in cui gli studi sono risultati generalmente più carenti sono in primo luogo quello del dominio della "selezione"; sia prendendo come popolazione campione gruppi selezionati non rappresentativi di soggetti nella comunità, sia non riportando la presenza di un gruppo di non esposti.

Tabella 2: Sintesi valutazione qualitativa degli studi

AUTORE	SELEZIONE	COMPARABILITÀ	OUTCOME	QUALITA'
Fix et al [6]	- - ★★	★★	★-★	6/9
George f. Hatch III et al [17]	–★--	–★	★-★	4/9
Claire l. Stroede et al [8]	★ - - ★	★★	- -★	5/9
Shyi-kuen wu et al [20]	★ - - ★	–★	★-★	5/9
Thomas Creveaux et al [25]	★ - - ★	★★	★-★	6/9
Nicholas a. Busuttil et al [28]	- - ★★	–★	★ - ★	5/9
Jean Bernard Fabre et al [45]	- - ★★	–★	–★★	5/9
J. Rossi et al [16]	-★★★	★★	--★	6/9
Badri r Mohandhas et al [44]	- - ★★	★★	★★★	7/9
Isabelle Rogowski et al [22]	★ - - ★	★★	★ - ★	6/9
Isabelle Rogowski et al [26]	★★-★	★★	★--	6/9
Machar Reid et al [24]	★-★-	–★	- - ★	4/9
Cyril Genevois et al [23]	★ - - ★	★★	★★★	7/9

3.4. SINTESI DEI RISULTATI

È stato scelto di descrivere i risultati in base alle diverse tipologie di fattori di rischio, divisi in tre gruppi; uno che riporta i fattori correlati alle caratteristiche della racchetta (racket properties), uno associato alla posizione delle mani sulla racchetta (hand grip position), e uno relativo alla tipologia di colpo (tennis stroke).

FATTORI DI RISCHIO CORRELATI ALLA RACCHETTA

Numerosi sono gli studi che trattano di quanto e come possono inficiare le caratteristiche della racchetta sullo sviluppo di patologie dell'arto superiore. Tra questi non tutti considerano tutte le possibili varianti che può avere una racchetta (peso, grandezza, spessore, dampener, tensione delle corde, larghezza del manico); in molti studi, infatti, vengono analizzati solo parte di esse.

- DAMPENER

Il gommino antivibrazioni per la racchetta, cosiddetto "dampener" viene studiato principalmente in due casi. Claire L. Stroede et al condussero uno studio di coorte in cui 20 giocatori di tennis (10 uomini e 10 donne), provenienti da diverse categorie di gioco, colpirono più volte la pallina con due racchette, differenti solamente dalla presenza o meno del dispositivo antivibrazioni [8]. Dallo studio si evinse come l'accessorio antivibrazioni assorba velocemente le vibrazioni ad alte frequenze senza attenuare però quelle a basse frequenze, ritenute protagoniste in possibili sovraccarichi al gomito ($p= 0.66$). Di conseguenza non ci sono evidenze a supporto della tesi per la quale il dampener riduca l'impatto che si può avere sul braccio e sulla mano e, quindi, sull'evoluzione di patologie muscoloscheletriche in questi distretti.

Arrivò alla stessa conclusione anche il gruppo di F.X. LI [6], che nel 2004 pubblicò un articolo nel quale veniva confermato come il gommino non potesse ridurre la quantità di vibrazione che originava dalla racchetta e che riceveva l'avambraccio. Nel loro studio, infatti, 20 partecipanti dovettero mantenere la racchetta statica in posizione di diritto e di rovescio mentre palline da tennis impattavano ad una velocità di 20 ms. La frequenza di risonanza della mano che impugnava la racchetta era di circa 120 Hz. L'ampiezza di variazione della frequenza di risonanza dello spot della racchetta non aveva significative differenze tra quella con il dispositivo antivibrazioni e quella senza.

Inoltre, il gruppo di ricerca ha analizzato la possibile variazione della forza di presa tra una racchetta con gommino e una senza. La forza è stata misurata in due punti chiave associati agli impatti del tennis e gli effetti degli smorzatori delle corde sono risultati trascurabili. La forza di presa non è cambiata a causa dell'aggiunta di uno smorzatore di corde. Questo risultato mostra ancora una volta l'inefficacia dei dispositivi di smorzamento [6].

- LARGHEZZA DEL MANICO

L'influenza che ha la larghezza del manico sull'arto superiore è ancora dibattuta. Purtroppo, non ci sono molti studi a riguardo. Nell'articolo di George F. Hatch III te al del 2006, si evidenzia la scarsità di prove nel correlare il diametro del manico a possibili lesioni da overuse a livello del gomito in giocatori di tennis [17]. Nel loro studio, infatti, misure distinte (4.425 ± 0.17) dell'impugnatura (distanza tra il centro del palmo della mano e la punta del quarto dito), non hanno differenze significative nell'attività muscolare dell'avambraccio. Ne risulta quindi improbabile che un'alterazione delle dimensioni del manico della racchetta da tennis, all'interno del range studiato, sia una scelta efficace per i pazienti con tendinopatia laterale di gomito.
Con esito del tutto discordante invece, nel 2014, J. Rossi et al pubblicarono una ricerca nella quale, per analizzare i potenziali effetti della dimensione del manico sulle patologie al gomito, risultò che manici di 95,105 o 115 mm di circonferenza comportavano un diverso sovraccarico a livello degli estensori di polso. Di conseguenza ne consegue che la dimensione dell'impugnatura potrebbe essere un fattore di contributo significativo per lesioni da uso eccessivo per i giocatori di tennis [16].

- TENSIONE/RIGIDITA' DELLE CORDE

Badri R Mohandas et al pubblicarono, nel 2016, un articolo in cui veniva valutata la possibile associazione tra l'esordio di tendinopatie laterali di gomito e la tensione delle corde [24]. Il loro studio coinvolse 20 giocatori di tennis amatoriale, i quali dovettero eseguire più colpi in rovescio con tre racchette, differenti tra loro solo per le corde; una con tensione pari a 200N, l'altra a 222N e l'ultima a 245N. Riuscendo ad isolare come unico fattore di rischio quello della tensione, Mohandas et al conclusero che non ci fossero grosse differenze tra 222N e 245N ($p>0.05$), ma una differenza significativa ($p<0.05$) tra 220N e 245N. Arrivarono ad affermare quindi che una bassa

tensione alle corde diminuisce il carico esterno al gomito, riducendo potenziali sviluppi di patologie.

Con lo stesso scopo il gruppo di Jean Bernard Fabre, nel 2014, analizzò quanto potesse incidere, a parità di tensione, la rigidità della corda []. Per la sua ricerca reclutò 16 giocatori di tennis per giocare due simulazioni di partite, distanziate da una settimana di riposo. I tennisti usarono per il primo match una racchetta con stringhe in multi-filamento di poliestere (bassa rigidità); per il secondo, stessa racchetta ma con monofilamento di poliestere (alta rigidità). Utilizzando la fatica dei muscoli dell'avambraccio, tramite il Kroll's test [18] (25 intermittenti contrazioni isometriche), come outcome, ne risultò che utilizzando stringhe ad alta rigidità la resistenza della muscolatura dell'avambraccio diminuiva del 15% circa ($p<0.03$). Dedussero, quindi, che un "high stifness string" potesse beneficiare nella prevenzione di lesioni al polso e/o gomito.

- PROPRIETA' DELLA RACCHETTA

Per quanto riguarda le proprietà della racchetta, ad oggi, esistono pochi studi in letteratura [25-26]. Nel 2013 Creveaux et al pubblicarono un articolo in cui venne indagato il carico al livello della spalla in relazione a tre racchette differenti per massa (g), bilanciamento (mm) e momento di inerzia (kgxcm2). I giocatori dovettero eseguire 8 servizi per ogni racchetta, consegnate casualmente. Dai risultati si evinse come utilizzare una racchetta leggera con un basso momento di inerzia può contribuire ad aumentare lo stress articolare alla spalla.

Nel 2014, il gruppo di lavoro di Isabelle Rogowski, pubblicò uno studio nel quale venivano analizzati possibili lesioni all'arto superiore in correlazione al momento di inerzia della racchetta (0.00152 vs 0.00197 kg.m2) durante il servizio. Conclusero che:

- Durante la "coocking phase" l'aumento del momento di inerzia polare della racchetta veniva associato ad aumenti significativi del picco di estensione della spalla e dei momenti di abduzione, nonché del picco di estensione del gomito, del valgismo e dei momenti di supinazione.
- Durante la "forward swing phase" i momenti di picco di estensione del polso e di deviazione radiale aumentavano significativamente con il momento di inerzia polare.
- Durante la fase di "follow-through" i momenti di adduzione di picco della spalla, pronazione del gomito e rotazione esterna del polso mostravano una relazione inversa significativa con il momento di inerzia polare.

- Durante il "forward swing" le grandezze della forza articolare al gomito e al polso erano significativamente maggiori quando i giocatori servivano usando la racchetta con un momento di inerzia polare più alto.

Sebbene una maggiore polarità di inerzia consenta ai giocatori di tollerare meglio gli impatti decentrati, sembrerebbe anche porre carichi aggiuntivi sull'estremità superiore durante il servizio, aumentando così il rischio di lesioni nei tennisti.

- TIPOLOGIA COLPI

Nel 2001, Shyi Kuen Wu e il suo gruppo di ricerca, pubblicarono un lavoro che confrontava due tipi di colpi di rovescio ad una mano: uno con una lunga fase di "preparazione", l'altro con una fase più breve [20]. Dai risultati si evidenziò come ci fosse una differente forza di impatto racchetta-pallina tra i due tipi di colpi. Il rovescio ad una mano, con una buona preparazione all'impatto (long backswing) può ridurre le sollecitazioni a livello del gomito e del polso e, quindi, prevenire lo sviluppo di lesioni all'arto superiore.

Machar Reid et al, nel 2007, invece, studiarono il comportamento della spalla in due diversi tipi di servizio: di piatto (FS) e in kick (KS). Non trovarono differenze significative tra i due servizi, implicando entrambi simili picchi di forza, di rotazione interna ed elevazione della spalla (FS: 167.3 (46.7) N; KS: 160.4 (52.5) N).

- TIPOLOGIA IMPUGNATURA

Nel 2020 Nicholas A. Busuttil et al, tramite l'analisi di 16 giocatori di tennis sub-elite, valutarono una possibile differenza tra due tipologie di impugnatura della mano non dominante durante il colpo di rovescio a due mani. In un caso la mano aveva una posizione Eastern, nell'altro Continental. Osservò che l'uso della presa Continental con la mano non dominante non comportava una maggiore deviazione ulnare e non riducesse l'estensione di polso rispetto alla presa Eastern ($p < 0.001$). Affermò, tuttavia, che senza un'adeguata attivazione dei muscoli flessori ed estensori di polso nel controllo della racchetta, la presa Continental poteva comportarne una maggiore vulnerabilità durante il colpo.

4. DISCUSSIONE

L'obiettivo della presente revisione era quello di identificare se ci fossero fattori di rischio associati a patologie dell'arto superiore. La valutazione degli articoli individuati in letteratura, ha dimostrato come i fattori, ad oggi, non ci siano numerosi elaborati per poter esaurire tali dubbi.

DAMPENER

Gli smorzatori di vibrazioni delle corde sono accessori molto popolari tra i tennisti, i professionisti e i giocatori di club allo stesso modo. Gli ammortizzatori possono variare per dimensioni e forma, ma generalmente sono dispositivi piccoli, leggeri ed elastomerici che vengono inseriti nelle corde della superficie della racchetta vicino alla gola.

I produttori degli ammortizzatori affermano che i dispositivi riducono il trasferimento delle vibrazioni della racchetta all'avambraccio durante gli impatti con la palla e quindi rendono l'impatto "più confortevole". Non ci sono prove scientifiche dirette a sostegno di questa affermazione [1-2-6-8]; tuttavia, questi rimangono un accessorio ampiamente utilizzato.

Si ritiene che la necessità di ridurre il trasferimento delle vibrazioni all'avambraccio sia importante a causa dell'associazione tra vibrazione e potenziale lesione. È stato dimostrato che le vibrazioni del telaio durante gli impatti palla-racchetta variano tra 100 e 200 Hz e si ritiene che queste frequenze causino il maggior "fastidio" ai giocatori [1-2-3]. Dagli studi riportati, non ci sono cambiamenti significati nella forza di presa di racchette che abbiano o meno il gommino [6-8].

Tuttavia, non ci sono prove cliniche per dimostrare un legame tra vibrazione e gomito del tennista. Per quanto riguarda i fattori di rischio correlabili al dispositivo antivibrazioni che si inserisce tra le corde della racchetta, si può affermare come, nonostante sia uno strumento ancora molto utilizzato, non ci siano evidenze sulla sua vera efficacia. Il pensiero comune più sbagliato tra i giocatori di tennis è che il gommino antivibrazioni riduca le vibrazioni e gli shock generati quando si colpisce la pallina con la conseguenza di ridurre la probabilità di un infortunio dell'arto superiore. Tuttavia, ci sono prove che dimostrano appunto il contrario [6-8]. Tali conclusioni risultano da studi con una buona qualità metodologica indagata attraverso la scala NOS; rispettivamente 5/9 l'articolo di Claire l. Stroede et al, e 6/9 per quello di F.x. li et al.

LARGHEZZA DEL MANICO

Una delle cause principali di disordini muscoloscheletrici al gomito sono i continui microtraumi dell'estensore radiale breve del carpo [2-9-11-12]. Si ritiene che lo sviluppo di queste problematiche nel tennista derivi da impatti ripetitivi tra la palla e la racchetta, combinata con una mancanza di stabilità del polso durante il colpo [10]. Diversi autori hanno studiato diversi aspetti di questo sistema cinetico per identificare possibili fattori di contributo all'aumento della trasmissione della forza, come. Ad esempio, la forza di presa e la larghezza del manico. Nonostante non ci siano studi che collegano la variazione di presa alle patologie dell'arto superiore, è pensiero comune un'associazione tra ripetizioni continue della presa, che richiedono un aumento dell'attività muscolare, e lo sviluppo di traumi cumulativi degli arti superiori. [10-14-15]

Sulla base dello studio di Hatch III et al, si potrebbe affermare come le diverse grandezze di impugnatura non influiscano su una maggiore attivazione e/o sovraccarico a livello del gomito, non essendo riportati differenze significative nella forza muscolare [17].

Tuttavia, queste nozioni sono in contrasto con Rossi et al, i quali arrivarono a conclusioni opposte. Questo probabilmente a causa delle tecniche di misurazione impiegate da quest'ultimi e del disegno sperimentale. Teoricamente, i risultati osservati sulle forze di presa sono ottimali e le dimensioni dell'impugnatura dovrebbero avere conseguenze sulla protezione delle strutture articolari sottostanti, limitando l'affaticamento muscolare e riducendo il rischio di sviluppo di traumi da overuse [16].

Bisogna considerare, infine, come le conclusioni arrivino da due articoli con qualità metodologica differente; infatti, lo studio di J.Rossi et al ha un punteggio alla scala NOS di 6/9, mentre quello di Hatch III et aa di 4/9 (causa principalmente un basso punteggio nella sezione "selezione", non essendo completamente rappresentativa della popolazione generale).

TENSIONE/RIGIDITA' DELLE CORDE

I materiali compositi hanno consentito agli ingegneri delle racchette di progettare telai per racchette da tennis tenendo conto della fisica dello swing, senza essere limitati dai limiti strutturali del legno. Di conseguenza, le racchette moderne sono generalmente più rigide, più leggere e hanno un peso oscillante (cioè un momento di inerzia) inferiore rispetto alle vecchie racchette.

Queste modifiche strutturali hanno quindi promosso un cambiamento nello stile di gioco da uno basato sulla corretta esecuzione della tecnica a uno caratterizzato da potenza e spin.
Pertanto, le racchette moderne consentono ai giocatori di far oscillare la racchetta più velocemente. Ciò contribuisce al ritmo più veloce del tennis moderno, insieme al miglioramento della forma fisica dei giocatori di tennis e le teste di racchetta più grandi consentire ai giocatori di colpire la palla più velocemente, pur mantenendo un buono controllo della palla. Inoltre, pur essendo più leggeri, telai compositi sono più rigidi dei telai tradizionali. Di conseguenza, i telai rigidi consentono una riduzione dell'energia della pallina dissipata per "piegare" la racchetta, migliorando così la potenza del colpo [9-11-21].
È stato dimostrato quanto sia importante sia la tensione sia la rigidità stessa delle corde. I due studi riportati nel paragrafo "risultati", caratterizzati da una buona qualità, rispettivamente di 5/9 sulla scala NOS per il gruppo di Fabre, e 7/9 per quello di Mohandas, indagano proprio questi due aspetti delle corde.
Lo scopo dello studio era di osservare l'influenza della rigidità delle corde sullo sviluppo dell'affaticamento dei muscoli dell'avambraccio dopo una partita di tennis simulata. Rispetto alla corda a bassa rigidità, la corda ad alta rigidità ha generato maggiori accelerazioni all'impatto durante il gioco e una maggiore affaticabilità dei muscoli dell'avambraccio, come evidenziato dalla ridotta forza di presa osservata dopo la partita [44-45]. Inoltre, la velocità della palla da fondo campo tendeva ad essere più ridotta con corde ad alta rigidità che a bassa rigidità. Poiché le partite di tennis simulate sono state progettate per corrispondere alle caratteristiche di una competizione ufficiale di tennis in due set (6-4; 6-4), le conclusioni del presente studio potrebbero essere rilevanti per comprendere lo sviluppo della fatica nel tennis. Questi risultati suggeriscono che l'uso di corde ad alta rigidità abbia favorito l'insorgenza di affaticamento dei muscoli dell'avambraccio, rispetto all'uso di corde a bassa rigidità [44-45].
Il secondo elaborato, invece, mira a determinare l'effetto della tensione delle corde della racchetta sulla quantità di forza trasmessa al gomito durante i colpi di rovescio del tennis utilizzando giocatori di tennis come volontari, con una metodologia pratica, dimostrabile e coerente che consentisse il controllo di quasi tutte le altre variabili coinvolte nel colpo di rovescio. Il significato clinico di questo era di valutare come la tensione delle corde può modulare le forze dissipate al gomito. Misurare le forze che attraversano il gomito durante un colpo di tennis è sempre stato un compito impegnativo perché manca un metodo praticabile che possa essere utilizzato per misurarle in modo rapido e in un grande gruppo di persone. Per calcolare la forza, il segmento racchetta-braccio deve essere

considerato come un'unità separata nello spazio. Poiché è impossibile misurare la massa esatta di un segmento del corpo, il calcolo di queste forze può essere ottenuto solo se vengono fatte determinate ipotesi sul segmento racchetta-braccio. I due metodi più comunemente usati per analizzare le forze sono la determinazione degli schemi di attivazione dei muscoli dell'avambraccio durante un ictus mediante l'elettromiografia [6-11-20] e la misurazione delle accelerazioni al gomito mediante accelerometri posizionati su prominenze ossee. [20-28]
Nonostante, quindi, ci siano dei limiti nell'impostare le analisi di queste variabili, si può concludere che la riduzione della tensione delle corde entro i limiti della racchetta riduce la trasmissione della forza al gomito, e quindi il carico del gomito [44].

PROPRIETA' DELLA RACCHETTA

Negli ultimi 30 anni, le racchette sono cambiate da modelli pesanti in legno che pesano circa 400 g a modelli compositi in grafite più grandi, più leggeri e più rigidi che pesano circa 250 g.
Dimensioni della testa della racchetta più grandi consentono di colpire la palla lontano dal centro della racchetta; questo genera una coppia di forze maggiore della racchetta nella mano. Di conseguenza, questo momento rotatorio deve essere contrastato da un carico eccentrico dei muscoli dell'avambraccio, che può indurre microtraumi ai muscoli estensori del polso.
Soprattutto durante il processo di progettazione della produzione di una racchetta, con specifiche ottimali definite in condizioni simulate o di laboratorio, si basano solitamente sulla valutazione soggettiva del giocatore [29]. Anche se la sensazione del giocatore è un criterio importante nella scelta della racchetta, questa sensazione ha una bassa correlazione con le variazioni nelle specifiche della racchetta. [29]
Gli studi di Creveaux e Rogowski, infatti, affermano che l'inerzia non solo influenza la capacità di accelerazione, velocità e forza di impatto ma che questa è in grado di essere percepita dagli atleti, sebbene gli stessi non sappiano definire precisamente le sensazioni. Appare evidente, dai loro risultati, come un attrezzo depolarizzato accoppiato ad un peso importante è un attrezzo destinato ad un'utenza evoluta, con il quale si genera uno swing più veloce, accelerazioni maggiori e velocità medie di impatto superiori. Una racchetta polarizzata è invece destinata ad un'utenza di spettro più ampio, anche di livello medio, in grado di avvantaggiarsi di stabilità ed inerzia maggiori, se accompagnata però ad un peso inferiore rispetto all'attrezzo depolarizzato.

TIPOLOGIA COLPI

Gli atleti variano spesso lo stile del servizio e del diritto. Il servizio è stato suddiviso in wind-up, early cocking, accellerazione e follow through. Mentre sia il diritto che il rovescio si svolgono in 3 fasi, ovvero preparazione, accelerazione e follow through [20].

Sport che richiedono ripetuti movimenti di prono-supinazione e deviazione radiale ed ulnare della mano sono strettamente collegati con un insieme di patologie responsabili di un dolore a livello della regione ulnare del polso. Patologie come la tendinopatia dell'estensore ulnare del carpo (ECU), le lesioni del TFCC e la sindrome da conflitto ulno-carpico sono patologie comuni nei tennisti, che spesso portano l'atleta alla sospensione dell'attività agonistica [1-2-10-13].

È stato appurato ormai come un rovescio con una buona fase di preparazione riduca i carichi a livello dell'arto superiore, rispetto ad uno con una preparazione "breve".

Per quanto riguarda il servizio, nonostante sia considerato uno dei colpi più pericolosi del tennis essendo un'attività overhead, tra le varie esecuzioni (flat, kick, slice) non ci sono differenze di sovraccarico a livello dell'arto superiore [20].

Nonostante gli studi non siano riusciti ad escludere completamente tutte le variabili confondenti per le loro analisi, quello che sembra influenzare è l'esperienza del giocatore di tennis: Anche la minor esperienza porta a eseguire i colpi prevalentemente in contrazione eccentrica dei muscoli estensori del polso, causando traumi ripetuti. La localizzazione più comune dei problemi tendinei nella regione mediale è a carico del pronatore rotondo e del flessore radiale del carpo [7-24-27].

TIPOLOGIA IMPUGNATURA

Nel corso degli ultimi trenta anni, il tennis è radicalmente cambiato sotto molti aspetti. Atleti sempre più forti fisicamente e un gioco sempre più veloce e potente hanno modificato il modo in cui si gioca, fin dai minimi particolari, a cominciare da quella che sembra la cosa più banale: come si impugna la racchetta. Si tratta di uno spostamento della mano di pochi centimetri o anche millimetri in alcuni casi, con grossi effetti nello stile di gioco dei tennisti [2-21-23].

Per moltissimo anni l'impugnatura Continental è stata quella più utilizzata dai professionisti in tutto il mondo, ma ormai viene solamente utilizzata per il servizio, alcuni tipi di rovescio e voleè.

Con l'impugnatura Continental è praticamente impossibile effettuare colpi in top spin, quelli che imprimono ad una pallina la rotazione in avanti e si ripercuote in un maggiore rimbalzo. Per questo motivo, a partir dagli Ottanta, sempre più tennisti hanno utilizzato l'impugnatura Eastern.
A tal proposito, nello studio condotto da Busuttil et al, nel quale si indagava potenziali differenze tra impugnatura Continenatal ed Eastern nella mano non dominante nel rovescio a due mani, è emerso che non ci siano significative discrepanze tra le due impugnature, a patto che, ci sia una corretta attivazione dei muscoli flessori ed estensori di polso, così da poter stabilizzare al meglio l'articolazione [20]. Tuttavia, tali test, pur avendo una qualità metodologica media (5/9 alla scala NOS), mostra alcune criticità. I partecipanti vennero istruiti a colpire con un'intensità pari a quella di un match regolare, e nell'analisi venne tenuto conto solo questo particolare, tralasciando, invece, fattori come durata e affaticamento di una partita, che avrebbero potuto inficiare sui risultati.

Limiti dello studio

Lo studio condotto presenta dei limiti. Il primo è rappresentato dalla presenza di un possibile bias di selezione, in quanto la ricerca è stata svolta in sole due banche dati e quindi studi potenzialmente rilevanti possono essere andati perduti. Un secondo limite può derivare dalla lingua, in quanto sono stati inclusi solo studi in lingua inglese ed italiana e possono anche in questo caso essere andati persi degli studi potenzialmente rilevanti. Un terzo limite deriva dal fatto che, a causa dei disegni di studio, non tutti gli articoli sono stati sottoposti a valutazione della qualità metodologica attraverso la NOS, poiché tale scala presenta dei criteri di inclusione molto restrittivi [43] e ad oggi non sono presenti in letteratura altri strumenti per poter valutare tale tipologia di studi. Infine, la revisione non è sistematica e per tale ragione dallo studio non possono essere tratte delle conclusioni forti in merito fattori di rischio associabili alle patologie dell'arto superiore.

5. CONCLUSIONI

Dalla ricerca effettuata si evince come potrebbero esistere dei fattori di rischio associabili all'esordio di patologie dell'arto superiore. A causa dell'eterogeneità degli studi non è stato, però, possibile confrontare statisticamente i risultati. Pertanto, è auspicabile in primo luogo che la ricerca adotti una classificazione univoca delle problematiche dell'arto superiore, in secondo luogo che si orienti verso i disegni di studio più appropriati all'indagine dei fattori di rischio e che vengano condotti con una buona qualità metodologica. Ciò permetterebbe una minor eterogeneità tra gli studi e risultati più affidabili, in grado di dare informazioni chiare da poter utilizzare al fine di migliorare la prevenzione e il trattamento di questi disturbi.

BIBLIOGRAFIA

1. Brody, H. (1979). Physics of the tennis racket. American Journal of Physics, 47, 482 – 487.
2. Brody, H. (1981). Physics of the tennis racket II: the 'sweet spot'. American Journal of Physics, 49, 816 – 819.
3. Brody, H. (1989). Vibration damping of tennis rackets. International Journal of Sport Biomechanics, 5, 451 – 456.
4. Shamseer L, Moher D, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, Shekelle P, Stewart LA; PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. BMJ. 2015 Jan 2;350: g7647.
5. GA Wells, B Shea, D O'Connell, J Peterson, V Welch, M Losos, P TugwellThe Newcastle-Ottawa Svìcale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analysis. 2011. http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.
6. F-X Li, D Fewtrell & M Jenkins (2004): String vibration dampers do not reduce racket frame vibration transfer to the forearm, Journal of Sports Sciences, 22:11-12, 1041-1052.
7. Knudson, D. and White, S. (1989). Forces on the hand in the tennis forehand drive: application of force sensing resistors. International Journal of Sports Biomechanics, 5, 324 – 331.
8. Claire L. Stroede , Larry Noble & Hugh S. Walker (1999) The effect of tennis racket string vibration dampers on racket handle vibrations and discomfort following impacts, Journal of Sports Sciences, 17:5, 379-385, DOI: 10.1080/026404199365894.
9. Kraushaar BS, Nirschl RP. Tendinosis of the elbow (tennis elbow): clinical features and findings of histological, immunohistochemical, and electron microscopy studies. J Bone Joint Surg Am. 1999;81: 259-278.
10. Morris M, Jobe FW, Perry J, Pink M, Healy BS. Electromyographic analysis of elbow function in tennis players. Am J Sports Med. 1989; 17:241 247.
11. Nirschl RP. Arm Care. Arlington, Va: Medical Sports Publishing; 1981.
12. Nirschl RP. Elbow tendinosis/tennis elbow. Clin Sports Med. 1992;11: 851-870.
13. Nirschl RP. Tennis elbow. Orthop Clin North Am. 1973;4:787-800.
14. Nirschl RP, Ashman ES. Elbow tendinopathy: tennis elbow. ClinSports Med. 2003;22:813-836.

15. Keyserling WM, Stetson DS, Silverstein BA, Brouwer ML. A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders. Ergonomics. 1993;36:807-831.
16. Rossi J, Foissac LJ, Vigouroux L, Berton E. The effect of tennis racket grip size on grip force during a simulated tennis match play. In: Proceeding of the 34th congress of biomechanical society; 2009 Sep 30-2: Toulon (France). Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering 2009: 12: 219–220.
17. Hatch GF, Pink MM, Mohr KJ, Sethi PM, Jobe FW. The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. Am J Sports Med 2006: 34:1977–1983.
18. Kroll W, Clarkson PM, Kamen G, Lambert J. Muscle fiber type composition and knee extension isometric strength fatigue patterns in powerand endurance-trained males. Res Q Exerc Sport. 1980;51(2):323–333. PubMed doi:10.1080/02701367.1980.10605201
19. Elliott B, Marsh T. A biomechanical comparison of the topspin and backspin forehand approach shots in tennis. J Sports Sci. 1989;7(3):215–227. PubMed doi: 10.1080/02640418908729842
20. Wu SW, Gross MT, Prentice WE and Bing Y. Comparison of ball-and-racquet impact force between two tennis backhand stroke techniques. J Orthop Sports Phys Ther 2001; 31: 247–54.
21. Elliott B. Biomechanics and tennis. Br J Sports Med. 2006;40(5):392–6.
22. Rogowski I, Creveaux T, Triquigneaux S, et al. Tennis racket vibrations and shock transmission to the wrist during forehand drive. PLoS ONE. 2015;10(7):e0132925.
23. Reid M, Elliott B. The one- and two-handed backhands in tennis. Sports Biomech. 2002;1(1):47–68.
24. Genevois C, Reid M, Rogowski I, et al. Performance factors related to the different tennis backhand groundstrokes: a review. J Sports Sci Med. 2015;14(1):194–202.
25. Creveaux T, Dumas R, Cheze L, et al. Influence of racket polar moment on joint loads during tennis forehand drive. Comput Methods Biomech Biomed Engin. 2013;16(Suppl):99–101
26. Rogowski I, Creveaux T, Che`ze L, et al. Effects of the racket polar moment of inertia on dominant upper limb joint moments during tennis serve. PLoS One. 2014;9(8):e104785.
27. Riek S, Chapman AE, Milner T: A simulation of muscle force and internal kinematics of extensor carpi radialis brevis during backhand tennis stroke: Implications for injury. Clin Biomech (Bristol, Avon) 1999;14(7):477-483.

28. Nicholas A. Busuttil, Machar Reid, Molly Connolly, Ben J. Dascombe & Kane J. Middleton (2020): A kinematic analysis of the upper limb during the topspin double-handed backhand stroke in tennis, Sports Biomechanics, DOI: 10.1080/14763141.2020.1726994
29. Hjelm N, Werner S, Renstrom P. Injury profile in junior tennis players: a prospective two year study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18(6):845–50.
30. Statham, A. Subjective and objective assessment of tennis racket performance in play. (2007) Doctoral thesis, Loughborough University, Loughborough, UK.
31. Blackwell JR, Cole KJ: Wrist kinematics differ in expert and novice tennis players performing the backhand stroke: Implications for tennis elbow. J Biomech 1994;27(5):509-516.
32. Giangarra CE, Conroy B, Jobe FW, et al. Electromyographic and cinematographic analysis of elbow function in tennis players using single- and double-handed backhand strokes. Am J Sports Med. 1993;21(3):394–9.
33. Fragnie`re B, Landry M, Siegrist O. Stress fracture of the ulna in a professional tennis player using a double-handed backhand stroke. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2001;9(4):239–41.
34. Balius R, Pedret C, Estruch A, et al. Stress fractures of the metacarpal bones in adolescent tennis players: a case series. Am J Sports Med. 2010;38(6):1215–20.
35. Reid M, Elliott B. The one- and two-handed backhands in tennis. Sports Biomech. 2002;1(1):47–68.
36. Genevois C, Reid M, Rogowski I, et al. Performance factors related to the different tennis backhand groundstrokes: a review. J Sports Sci Med. 2015;14(1):194–202.
37. Af Ekenstam, F. W., Palmer, A. K., & Glisson, R. R. (1984). The load on the radius and ulna in different positions of the wrist and forearm: A cadaver study. Acta Orthopaedic Scandinavica, 55, 363–365. doi:10.3109/17453678408992375
38. Aoki M, et al. Strain on the ulnar nerve at the elbow and wrist during throwing motion. J Bone Joint Surg Am 2005;87:2508–14.
39. Choppin, S., Goodwill, S., & Haake, S. (2011). Impact characteristics of the ball and racket during play at the wimbledon qualifying tournament. Sports Engineering, 13, 163–170. doi:10.1007/ s12283-011-0062-7
40. Chow, J., Carlton, L., Lim, Y. T., Chae, W. S., Shim, J. H., Kuenster, A., & Kokubun, K. (2003). Comparing the pre-and post-impact ball and racquet kinematics of elite tennis players' first

and second serves: A preliminary study. Journal of Sports Sciences, 21, 529–537. doi:10.1080/ 0264041031000101908

41. ideler BM, Kvitne RS, Jordan S. Posterior impingement of the elbow in professional baseball players. J Shoulder Elbow Surg 1997;6:169–70.
42. Eriksen M.B., Frandsen T.F. The impact of patient, intervention, comparison, outcome (PICO) as a search strategy tool on literature search quality: a systematic review. Journal of the Medical Library Association 2018; 106(4): 420-431.
43. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. European Journal of Epidemiology, Springer Verlag 2010, 25(9).
44. Badri R Mohandhas, Navnit Makaram, Tim S Drew, Weijie Wang, Graham P Arnold and Rami J Abboud. Racquet string tension directly affects force experienced at the elbow: implications for the development of lateral epicondylitis in tennis players. Shoulder & Elbow 0(0) 1–8. 2016.
45. Jean Bernard Fabre, Vincent Martin, Gil Borelli, Jean Theurel, and Laurent Grélot1, Aix-Marseille University; ESP-Consulting, Aix-en-Provence; Blaise Pascal University Clermont-Ferrand. Effects of String Stiffness on Muscle Fatigue After a Simulated Tennis Match. Journal of Applied Biomechanics, 2014, 30, 401-406