

Il ciclismo sta vivendo un momento di grande popolarità. Tale successo trova radici nel fatto che viene praticato all'aperto, in libertà e che l'intensità dello "sforzo", in termini di impegno muscolare e cardio-respiratorio, può essere facilmente controllata.

Per questo, se non fosse per i rischi che si corrono nel praticarlo su strade sempre più trafficate, viene considerato dai medici una delle attività sportive più salutari. È, infatti, consigliabile a qualunque età e perfino in presenza di talune patologie (cardiopatie, ipertensione arteriosa, lesioni ortopediche) che controindicano la pratica della maggior parte degli sport.

Queste le ragioni di un successo, impensabile fino a non molti anni fa, che ha portato milioni di persone sulle due ruote ed un sempre più crescente numero di occasioni per il confronto agonistico.

Gare e raduni sono, infatti, sempre più numerosi e consentono di cimentarsi con "atleti" di pari età e livello di qualificazione o con se stessi su percorsi sempre più impegnativi.

Così, se da una parte la diffusione del ciclismo non può che essere considerata positivamente nel quadro del miglioramento dello stato di salute e dello stile di vita della popolazione, dall'altra induce spesso ad un aumento progressivo dei carichi di lavoro, sia in allenamento che in gara, che superano talvolta le possibilità individuali.

Se consideriamo, ad esempio, che i professionisti percorrono ormai 40.000 km/anno (più o meno la circonferenza massima del nostro pianeta) pari a più di sei milioni di cicli di pedalata, e che un amatore supera facilmente i 20.000, è evidente che all'aumentare del chilometraggio aumenta di pari passo la possibilità di insorgenza di patologie soprattutto a carico dell'apparato osteo-muscolo-tendineo.

Tali patologie, per la specificità delle cause nei confronti della disciplina sportiva, sono denominate dalla medicina dello sport con il termine di "**TECNOPATIE**" a significare che nella genesi della patologia concorrono le caratteristiche del gesto atletico e delle posture utilizzate, della tipologia dell'allenamento e delle caratteristiche dell'attrezzo di gara.

LE "TECNOPATIE" NEL CICLISMO

Claudio Gallozzi, Renato Rodano, Massimiliano Sacchi, Roberto Squadrone

La pedalata, in verità, è un'azione motoria poco stressante a livello di tendini, legamenti e cartilagini. Il lavoro muscolare eseguito è di tipo isotonic sub-massimale e per questo motivo è addirittura consigliato da ortopedici e fisioterapisti come riabilitazione per atleti di altre discipline colpiti da patologie osteo-muscolari o dopo interventi chirurgici per lesioni del crociato, menisco e tendine d'Achille.

Nonostante questi presupposti l'incidenza di patologie a livello tendineo e a livello articolare è diventata, come dicevamo, relativamente frequente.

Oltre alla già citata tendenza ad aumentare sempre più i carichi di lavoro, le principali cause che determinano queste patologie sono riconducibili a:

- esposizione a basse temperature ed elevati valori di umidità. Questo riguarda principalmente gli atleti nel periodo invernale - primaverile, quando sono sottoposti a condizioni atmosferiche rigide
- le caratteristiche tecniche e costruttive della bicicletta. La continua ricerca di leggerezza e rigidità ha portato, infatti, all'introduzione nel ciclismo di materiali derivati dal mondo dell'aeronautica e dalle competizioni motoristiche, che hanno consentito di ottenere mezzi dal peso molto contenuto ed estremamente efficienti nel trasmettere la potenza muscolare alla ruota (aumento di rigidità e riduzione degli attriti). Mezzi, innegabilmente positivi dal punto di vista del rendimento, ma la cui risposta meccanica rende più suscettibili ai traumatismi le strutture articolari e muscolo-tendinee
- errori di posizione con turbe biomeccaniche della catena cinematica, accentuate dalla presenza di anomalie ed asimmetrie degli arti inferiori, del bacino e della colonna vertebrale. **Gli errori di posizionamento sono l'origine più frequente di quelle che vengono definite "tecnopatie".**

La posizione in bicicletta è funzione, oltre che della geometria del telaio, della regolazione dei tre punti di vincolo dell'atleta sul mezzo: manubrio, pedali e sella. In questo articolo cercheremo di approfondire gli aspetti legati alla regolazione di quest'ultima, la cui posizione ottimale consente:

- la prevenzione o la risoluzione (integrata alle tecniche medico-riabilitative) di alcune importanti tecnopatie
- il miglioramento del confort
- l'ottimizzazione della capacità di esprimere potenza sui pedali.

LA REGOLAZIONE DELLA SELLA

La messa a punto della sella (**vedi Box 1 e 2**) riguarda sia la posizione lungo l'asse del piantone, ovvero la sua altezza, sia la collocazione nel piano orizzontale, ovvero la sua posizione antero - posteriore o arretramento. L'altezza della sella corrisponde alla distanza che intercorre fra il centro del movimento centrale ed il centro anatomico della sella posto a circa 12 cm dal bordo posteriore.

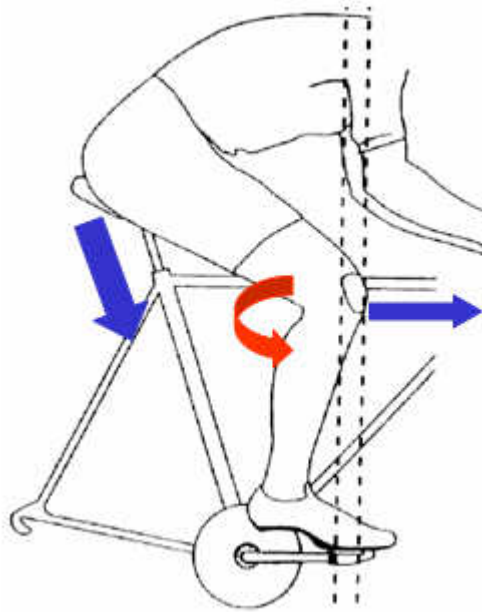
L'arretramento consiste nella distanza che intercorre tra la verticale che parte dal movimento centrale e la sella (punta o centro anatomico a seconda delle diverse modalità di valutazione).

Nella geometria del telaio, altezza e arretramento sono valori strettamente relazionati fra di loro dato che la modifica dell'uno determina una variazione dell'altro. Alzando la sella, infatti, si determina un aumento dell'arretramento e viceversa.

Gli effetti dello spostamento della sella sulle geometrie articolari del ciclista sono ancora più complessi. I cambiamenti dell'altezza e di arretramento, infatti, influiscono sul grado di estensione degli angoli di anca, ginocchio e caviglia, ma anche sulle posizioni reciproche dei centri articolari.

Ad esempio, se proviamo ad abbassare la sella della nostra bicicletta di qualche millimetro ci accorgiamo che, come è facilmente intuibile, l'ampiezza angolare delle articolazioni dell'arto ed in particolare del ginocchio, si riduce.

Misurando, tuttavia, con un filo a piombo, la distanza della rotula rispetto alla proiezione verticale del movimento centrale (vedi box) possiamo facilmente verificare che questa è cambiata notevolmente, molto più rispetto all'effettivo avanzamento della sella che scorre su un piano obliquo rispetto alla verticale stessa.



Che cosa è avvenuto? Il ginocchio si è spostato in avanti proprio a causa della diminuzione dell'ampiezza angolare delle articolazioni di tutta la catena cinematica. Agendo sull'altezza, quindi, abbiamo agito anche su una delle variabili biomeccaniche controllate dall'arretramento.

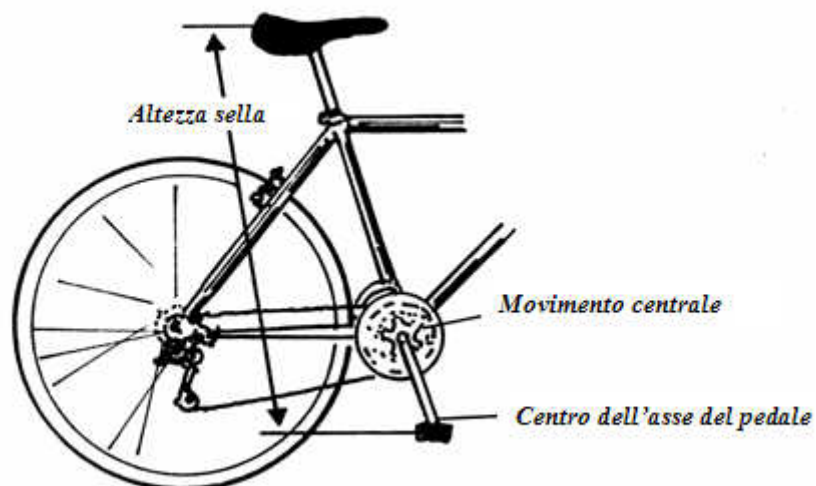
Nella regolazione della posizione, quindi, è consigliabile ricercare prima la giusta altezza della sella (ottimizzazione del grado di flesso-estensione delle articolazioni) e successivamente, attraverso la regolazione dell'arretramento, trovare i giusti rapporti tra centri articolari e punti di riferimento della bicicletta.

Box 1 - ALTEZZA DELLA SELLA

Diversi autori danno dei coefficienti per poter calcolare l'altezza della sella a partire dalla lunghezza degli arti inferiori. Premesso che l'altezza della sella deve essere misurata lungo l'asse del tubo piantone, dal centro del movimento centrale alla sommità della sella, vengono riportati di seguito i coefficienti proposti da Bernard Hinault e da Greg LeMond.

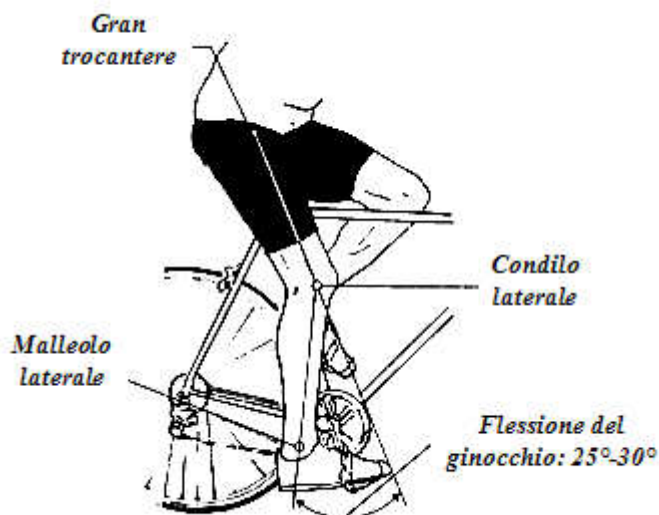
Il bretone Hinault propone di moltiplicare la misura del cavallo in centimetri per il coefficiente 0.885, ottenendo così l'altezza della sella in centimetri. LeMond consiglia invece di utilizzare il coefficiente 0.883.

Esiste un ulteriore metodo, che comprende nella misura anche la lunghezza della pedivella in posizione bassa, a continuare idealmente l'andamento del tubo piantone. La misura del cavallo viene moltiplicata, in questo caso, per 1.09. Il risultato così ottenuto fornirà la misura dell'altezza di sella, partendo dall'asse del pedale fino ad arrivare alla sommità della sella stessa.



Altezza sella comprensiva della lunghezza della pedivella.

Purtroppo ci sono diverse variabili che devono essere prese in considerazione e che portano ad una modifica sostanziale di questa misura. Queste variabili comprendono tra l'altro il tipo di pedali, lo spessore della suola, la lunghezza delle pedivelle, la taglia del piede ed i differenti tipi di pedalata. Il Dott. Pruitt, specialista del ginocchio al Presbyterian Hospital di Denver, fornisce un buon metodo per determinare l'altezza adeguata della sella al fine di evitare le patologie della rotula e della colonna vertebrale. Questo metodo consiste nel mettere la gamba del ciclista al Punto Morto Inferiore con il piede in posizione neutra e tracciare due linee rette: la prima parte dal gran trocantere femorale fino al condilo laterale del ginocchio, la seconda parte dal malleolo esterno della caviglia e incrocia l'altra linea sul condilo femorale. Nello stradista queste due linee devono presentare un angolo di 25°-30° (corrispondenti a 150-155° tra femore e tibia).



Angoli al ginocchio per una corretta altezza di sella

Box 2 - ARRETRAMENTO ED AVANZAMENTO DELLA SELLA

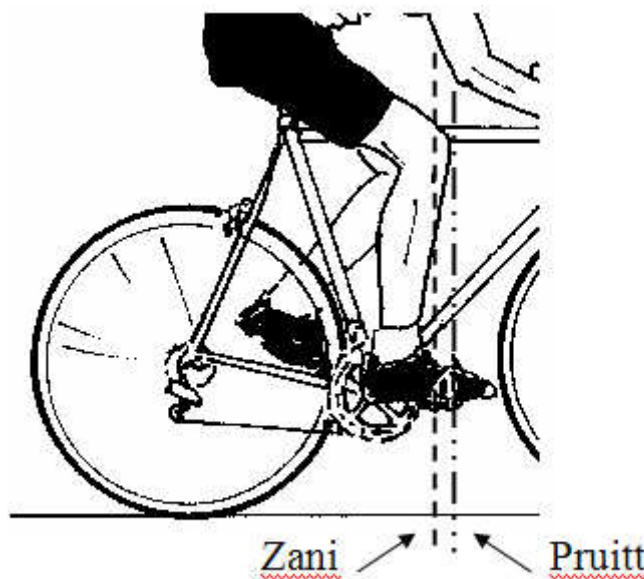
La posizione anteroposteriore della sella (arretramento) rispetto alla linea verticale che cade sull'asse del movimento centrale è il punto principale della posizione del ciclista. Poiché la sella offre una

modesta possibilità di movimento sul reggisella occorre una buona corrispondenza tra arretramento ed angolo di inclinazione del tubo piantone. Questo dato è molto importante perché condiziona la sequenza cronologica del reclutamento dei gruppi muscolari e determina la posizione del bacino e del rachide rispetto agli arti inferiori e superiori. Le patologie muscolari ed articolari della zona lombosacrale della colonna vertebrale e delle cosce, dipendono spesso da un errato arretramento della sella.

Il Dr. Zani, specialista in Medicina dello Sport, propone un metodo per determinare l'arretramento di sella ideale per ogni corridore.

Posizionando le pedivelle in posizione orizzontale con il piede in posizione neutra, bisogna tracciare una linea verticale che, scendendo dal bordo laterale della rotula, deve incrociare il bordo posteriore dell'asse del pedale.

La sella deve essere regolata in modo da consentire questo allineamento.



Arretramento sella. Confronto tra il metodo adottato dal Dr. Zani e il metodo adottato dal Dr. Pruitt.

Questo metodo è stato confermato dal Dott. Pruitt che ha scelto come migliore posizione del ginocchio l'asse verticale passante per il bordo anteriore della rotula ed il bordo anteriore della pedivella sempre in posizione orizzontale. Questi due metodi sono perfettamente sovrapponibili (vedi figura).

Tutte queste tecniche hanno il difetto di fare riferimento ad una postura specifica (condizione statica), senza il reale intervento della muscolatura. È invece molto importante considerare l'effettiva azione degli arti inferiori durante l'azione dinamica della pedalata. Molto utile risulta, quindi, l'osservazione della cinematica degli arti inferiori, in modo da valutare oggettivamente se i migliori angoli di lavoro sono perseguiti durante tutto il ciclo della pedalata.

EFFETTI DELLO SPOSTAMENTO DELLA SELLA SULLE GEOMETRIE ARTICOLARI

È possibile, senza disporre di sofisticate apparecchiature, prevedere le variazioni angolari delle articolazioni determinate dallo spostamento della sella, conoscendo solamente l'entità dello stesso?

A questo interessante interrogativo si è cercato di dare risposta attraverso una ricerca condotta presso il Centro di Bioingegneria (Fondazione Pro Juventute Don Carlo Gnocchi - Politecnico di Milano).

Obiettivo di questo studio è stata la valutazione delle variazioni della cinematica della pedalata prodotte dalla variazione di posizione della sella. Per la misura delle grandezze cinematiche è stato utilizzato il sistema ELITE (BTS srl). Tale sistema consente di rilevare, mediante quattro telecamere con sensore allo stato solido corredate da una fonte di luce nel campo degli infrarossi, l'immagine del soggetto in movimento, riconoscere, mediante astrazione dallo sfondo, marcatori catarifrangenti posizionati opportunamente sui vari segmenti corporei ed, infine, calcolare le coordinate spaziali dei marcatori, gli angoli e le traiettorie articolari.



Per valutare l'influenza della posizione della sella sulla cinematica degli arti inferiori durante la pedalata si è ritenuto opportuno effettuare *due serie* di prove che riproducono le possibili regolazioni della sella: variazioni dell'altezza e variazioni della posizione antero-posteriore.

L'ipotesi alla base della scelta dell'entità degli spostamenti è l'analisi della posizione della sella in un intorno della posizione ottimale definita tramite le regole empiriche:

- altezza sella pari a $0.885 * \text{misura del cavallo}$
- arretramento tale che, orientando le pedivelle in direzione orizzontale con il piede in posizione neutra, la linea verticale che scende dal bordo laterale della rotula incroci il bordo posteriore dell'asse del pedale.

Nella *prima serie* di prove, atta a determinare le relazioni tra cinematica della pedalata e variazioni dell'altezza della sella, i soggetti (sei atleti professionisti) sono stati fatti pedalare con la sella a cinque altezze differenti. Le posizioni prese in esame sono:

- altezza sella di riferimento (AS) = $0.885 * \text{cavallo}$ (misurata dal movimento centrale)
- AS +/- 0.5 cm
- AS +/- 1 cm.

Le modifiche dell'altezza della sella sono state accompagnate da una corrispondente variazione dell'altezza del manubrio e con uno spostamento antero-posteriore del sellino in modo da tenere costante l'arretramento.

La *seconda serie* di prove, atta a determinare le relazioni tra cinematica della pedalata e variazioni anteroposteriori della sella, è stata condotta analizzando solo 3 posizioni della sella, mantenendo l'altezza pari ad AS:

- sella in posizione intermedia rispetto al canale di regolazione
- arretramento della sella di 1.5 cm dalla posizione iniziale
- avanzamento della sella di 1.5 cm dalla posizione iniziale.

Questo uno stralcio dei risultati più significativi espressi come variazione in gradi dell'angolo articolare (valori medi) per ogni cm di spostamento lineare della sella.

Altezza sella lungo l'asse verticale			
Angolo	Max *	Min **	Rom ***
Anca (°/cm)	+0.51	+0.36	+0.06
Ginocchio (°/cm)	+2.93	+1.36	+1.63
Caviglia (°/cm)	+1.99	+1.08	+0.85

Variazioni degli angoli nel piano sagittale dovute all'aumento dell'altezza della sella lungo la direzione verticale

* = Estensione massima dell'articolazione
 ** = Estensione minima dell'articolazione
 *** = Range Of Motion (escursione angolare)

Arretramento Sella			
Angolo	Max	Min	Rom
Anca (°/cm)	+0.23	+0,02	+0,21
Ginocchio (°/cm)	-1.25	-0,31	-0,99
Caviglia (°/cm)	-0,02	-0,23	+0,27

Variazioni degli angoli nel piano sagittale dovute all'avanzamento della posizione antero-posteriore della sella

Nella interpretazione dei risultati va tenuto presente che nel protocollo di studio non è stato possibile considerare, per evidenti ragioni di tempo, una importante variabile che influisce sui cambiamenti di postura in bicicletta: un sufficiente e necessario periodo di adattamento alla nuova posizione che avrebbe influito, anche se in misura probabilmente modesta, sui dati ottenuti. I risultati dello studio, suscettibili quindi di verifica, offrono comunque interessanti spunti di riflessione.

Innanzitutto, va notato che è stata rilevata una notevole variabilità di risultati tra i soggetti studiati (non riportata in tabella). Il fatto non è certamente sorprendente in quanto ciascun atleta utilizza diverse strategie motorie per eseguire il gesto tecnico e per adattarsi al mezzo, in relazione alle proprie caratteristiche morfo - funzionali.

La variabilità è stata riscontrata principalmente a carico delle articolazioni dell'anca e della caviglia. Il ginocchio, vero centro motore di spinta nella pedalata, presenta un comportamento piuttosto regolare ed è proprio a livello di questa articolazione che si riscontrano le variazioni angolari più importanti sia nello spostamento verticale che antero-posteriore della sella.

L'elemento è di indubbio interesse perché spiega l'estrema suscettibilità di questa articolazione agli errori di regolazione e perché l'adozione di una

corretta geometria del mezzo metta in condizione l'apparato muscolo - scheletrico di esprimere la massima potenza possibile.

Ultimo elemento da sottolineare, ma non per importanza, è rappresentato dal fatto che modifiche della posizione della sella comportano variazioni dei parametri angolari in assoluto piuttosto ridotte.

Sembrerebbe quindi che al mutare della posizione della sella non corrispondano sostanziali variazioni della lunghezza di lavoro dei muscoli tali da incidere significativamente sulla produzione di potenza da parte dei motori articolari.

Eppure chi pratica questo sport è capace di avvertire differenze nella dinamica della pedalata variando anche di pochissimi millimetri la posizione della sella così come sono state avvertite dagli atleti partecipanti alla ricerca.

In realtà, il sistema di controllo del movimento, dal quale dipende l'ottimizzazione del rendimento nell'esecuzione del gesto atletico, è estremamente raffinato e si gioca su delicati equilibri tra fattori meccanici, coordinativi e neurosensoriali.

Equilibri che sfuggono ancora anche ai più moderni e sofisticati sistemi di misura che le tecniche di analisi biomeccanica ci offrono, ferma restando la loro indubbia utilità nell'approccio conoscitivo dei principi generali di tali problematiche.

A tal proposito, le esperienze maturate con ciclisti di elevato livello, mostrano chiaramente una tendenza a regolare la sella in modo diverso in funzione delle caratteristiche tecniche dell'atleta.

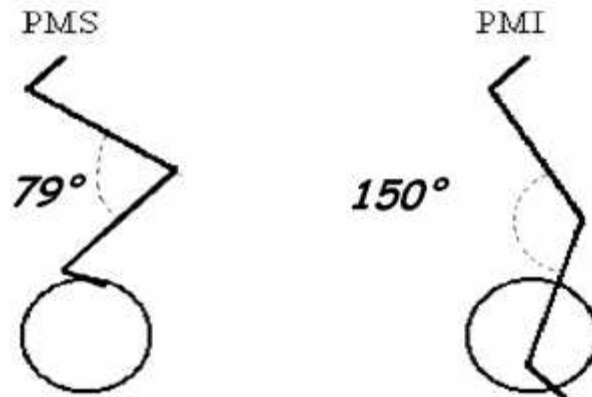
Gli scalatori, infatti, posizionano generalmente la sella con altezza ed arretramento leggermente maggiori rispetto ai passisti ed ai velocisti. Malgrado le molteplici congetture in tema di biomeccanica che sono state e possono essere fatte, non esistono allo stato, spiegazioni certe del fenomeno.

Box 3 - LE PATOLOGIE PIÙ FREQUENTI NEL CICLISMO

Ginocchio

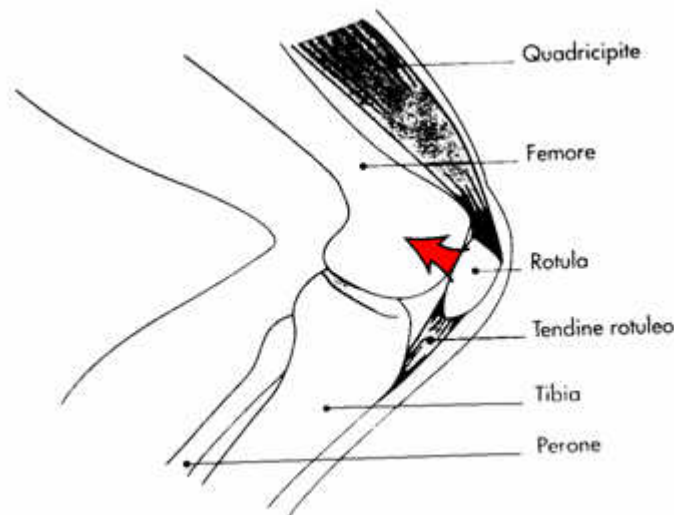
Il ginocchio è sicuramente l'articolazione maggiormente sollecitata nella pedalata e sede di problemi clinici. Il ginocchio del ciclista opera tra una estensione minima di circa 80°, che si realizza approssimativamente al Punto Morto Superiore (PMS), ed una estensione massima di circa 150°, che si realizza approssimativamente al Punto Morto Inferiore (PMI).

Il movimento di flessione estensione del ginocchio è, in realtà, complesso poiché implica anche una rotazione della tibia sotto il femore, così che in posizione di estensione massima la tibia risulta in rotazione esterna di circa 17° rispetto al femore.



Angoli al PMS e PMI relativi all'articolazione del ginocchio.

Nella estensione dell'articolazione si verifica una pressione femoro-rotulea quale componente della risultante della forza di contrazione del quadricipite e della resistenza del tendine rotuleo. Questa componente tende a comprimere la cartilagine rotulea contro la cartilagine del femore.



La resistenza della cartilagine articolare rotulea a questa pressione, ripetuta per migliaia di volte, condiziona l'apparizione dei disturbi che si possono verificare durante l'attività.

Se è presente anche una minima anomalia posizionale della rotula, l'azione della componente orizzontale avviene con la presenza di zone di sovraccarico cui corrisponde l'insorgere di fenomeni localizzati di deterioramento e usura dei tessuti biologici: cartilagine articolare, tendine rotuleo. Cause predisponenti sono: anomalie congenite di posizione della rotula; l'insufficiente lunghezza del tendine; il piede cavo; una eccessiva pronazione dell'avampiede.

La regolazione della sella influenza negativamente o positivamente le sollecitazioni a carico del ginocchio.

Le situazioni di lavoro che stressano maggiormente il tendine rotuleo e la rotula si verificano quando il livello della sella è troppo basso e obbliga il ginocchio ad operare in tensione in tutte le fasi della pedalata. Una riduzione dell'angolo ottimale di lavoro causa, infatti una maggior compressione della rotula sul femore e di conseguenza cartilagini e tendini lavorano con una tensione maggiore.

Colonna vertebrale

Nonostante questo sport riduca il carico ponderale sulle articolazioni della colonna vertebrale e degli arti inferiori, un'altra patologia di riscontro relativamente frequente è la lombalgia.

Anche in questo caso le cause che determinano questi problemi sono legate ad errori di posizionamento sul mezzo accentuati dalla presenza di anomalie e patologie congenite delle strutture ossee.

Innanzitutto è fondamentale avere gli arti inferiori perfettamente simmetrici sia in lunghezza che nei

diametri muscolari. In presenza di un arto più corto di un centimetro, il piede bloccato saldamente alla calzatura ed al pedale determina una maggior estensione del polpaccio e del bicipite femorale. Ne consegue una diversa "trazione" posteriore con possibili risentimenti dei tendini della caviglia e lombalgia da sforzo, inoltre ciò può portare a una scoliosi funzionale (atteggiamento scoliotico). Tuttavia, una delle cause di lombalgia più frequenti è l'errore di regolazione della sella.

Variazioni di arretramento rispetto alla posizione ottimale determinano, infatti, alterazioni della postura del bacino e di conseguenza dell'intera colonna rispetto ai pedali che si muovono circolarmente.

Una sella troppo alta, viceversa, da cui deriva un angolo tra coscia e gamba superiore a 150° può causare un eccessivo sbilanciamento del bacino ad ogni colpo di pedale con iperstretching dei muscoli lombari e torsione del rachide lombosacrale.

Tendine di Achille

Le infiammazioni del tendine di Achille, fortunatamente rare, sono spesso causate da distanza sella-pedale insufficiente, con eccessiva flessione dorsale della caviglia e/o arretramento sella ridotto rispetto alla morfologia degli arti inferiori.

Nella maggior parte dei casi coesistono fattori predisponenti come: il piede cavo, una eccessiva pronazione dell'avampiede.

Muscolatura

Un errore di posizionamento della sella può, infine, determinare problematiche a livello della muscolatura: i gruppi che più si manifestano sensibili sono gli ischio-crurali (muscoli flessori della gamba) che possono andare incontro a contratture e infiammazioni inserzionali (sindrome del piriforme) se la sella è eccessivamente alta.

La muscolatura estensoria della gamba, ed il muscolo ileopsoas (profondo del bacino), viceversa, possono presentare alterazioni se la sella risulta troppo bassa.