

Journal of Biomedical Practitioners

JBP

Periodico per le professioni biomediche a carattere tecnico - scientifico - professionale

Titolo articolo / Article title:

**Tecniche di radiologia convenzionale e TC
nell'impingement di anca, guidate da uno studio
biomeccanico applicato**

**Conventional radiology and CT techniques in hip
impingement, guided by an applied biomechanical study**

Autori / Authors: T. Prioreschi, W. Abdullah, L. Della Sala

Pagine / Pages: 67-95, N.1, Vol.2 - 2018

Submitted: 27 February 2018 – *Revised:* 5 March 2018 – *Accepted:* 26
april 2018 – *Published:* 2 May 2018

Contatto autori / Corresponding author: Tommaso PRIORESCHI,
tommasoprioreschi@gmail.com

Open Access journal – www.ojs.unito.it/index.php/jbp – ISSN 2532-7925



Opera distribuita con Licenza Creative Commons.

Attribuzione – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale.

Questa Rivista utilizza il [Font EasyReading®](http://FontEasyReading.com), carattere ad alta leggibilità, anche per i dislessici.

Periodico per le professioni biomediche a carattere tecnico – scientifico – professionale

Direttore responsabile: Francesco Paolo SELLITTI

Direttore di redazione: Antonio ALEMANNO

Comitato di redazione:

Editors: Antonio ALEMANNO, Mario CORIASCO,
Simone URIETTI, Annamaria VERNONE,
Sergio RABELLINO, Francesco SCIACCA,
Alessandro CICERALE, Chiara MARTINI

Journal manager e ICT Admin: Simone URIETTI, Annamaria VERNONE

Book manager: Francesco P. SELLITTI, Mario CORIASCO

Graphic Design Editor Francesco P. SELLITTI, Mario CORIASCO,
Sergio RABELLINO

Comitato scientifico:

Prof. Roberto ALBERA	Dott. Federico D'AGATA	Dott. Grazia Anna NARDELLA
Dott. Alberto BALDO	Dott. Patrizio DI DENIA	Dott. Salvatore PIAZZA
Prof. Nello BALOSSINO	Dott. Chiara FERRARI	Prof. Lorenzo PRIANO
Prof. Paolo BENNA	Prof. Diego GARBOSSA	Ing. Sergio RABELLINO
Prof. Mauro BERGUI	Dott. Luciana GENNARI	Dott. Elisa RUBINO
Dott. Salvatore BONANNO	Dott. Gianfranco GRIPPI	Dott. Saverio STANZIALE
Prof. Gianni Boris BRADAC	Prof. Caterina GUIOT	Dott. Lorenzo TACCHINI
Dott. Gianfranco BRUSADIN	Dott. Chiara MARTINI	Dott. Ersilia TROIANO
Prof. Alessandro CICOLIN	Prof. Alessandro MAURO	Dott. Irene VERNERO
Dott. Mario Gino CORIASCO	Dott. Sergio MODONI	

SOMMARIO / TABLE OF CONTENTS Numero 1, Volume 2 - 2018

1	<i>Indagine delle abitudini e dei comportamenti alimentari durante lo svezzamento di soggetti affetti da DCA</i> <i>Survey of eating habits and behaviors during weaning of subjects with ED</i>	S. Forli, A. Barale, L. Pennacchi
22	<i>Indagine in merito alla gestione alimentare del paziente pediatrico</i> <i>Survey on the food management of pediatric patients</i>	B. M. Baldacci, A. Barale
39	<i>Misure elettrofisiologiche dell'efficacia della riabilitazione attraverso neurofeedback in una popolazione afasica</i> <i>Electrophysiological measures of efficacy in neurofeedback rehabilitation of aphasic patients</i>	S. Vighetti, A. Piedimonte, E. Carlino, E. Frisaldi, M. T. Molo
49	<i>Tecniche di Breath - Hold a confronto nel trattamento del carcinoma mammario</i> <i>Breath - Hold Techniques compared in the breast cancer treatment</i>	C. Macaudo, E. Infusino, D. Miccolis, A. Montagnoli, C. Dionisi

Periodico per le professioni biomediche a carattere tecnico - scientifico - professionale

SOMMARIO / TABLE OF CONTENTS Numero 1, Volume 2 - 2018

- 67 *Tecniche di radiologia convenzionale e TC nell'impingement di anca, guidate da uno studio biomeccanico applicato*
Conventional radiology and CT techniques in hip impingement, guided by an applied biomechanical study

T. Prioeschi, W. Abdullah, L. Della Sala

Tecniche di radiologia convenzionale e TC nell'impingement di anca, guidate da uno studio biomeccanico applicato

Conventional radiology and CT techniques in hip impingement, guided by an applied biomechanical study

Tommaso Prioreshi, Wafdy Abdullah, Luca Della Sala

ESTAR TOSCAN CENTRO, Ospedale di Pistoia - PIOT San Marcello Pistoiese

Abstract

Obiettivi dello studio

Lo scopo primario di questo lavoro è la creazione di un protocollo standardizzato nello studio dell'impingement di anca di tipo CAM, PINCER, MISTO. Tale protocollo deve essere completo delle proiezioni radiologiche a più alta sensibilità e attendibilità diagnostica per il tipo di conflitto nelle categorie specificate precedentemente. Lo scopo secondario di questo studio è la creazione di un ulteriore standard di riferimento in TC multislice per il conflitto specifico di cui è affetto il paziente. In questo progetto s'inserisce anche un obiettivo etico-sociale: la possibilità di diagnosticare in modo precoce la situazione patologica, ritardando se possibile l'impianto protesico, e gettando le basi per un possibile lavoro di prevenzione fisioterapica sui soggetti affetti da questa condizione invalidante.

Materiali e Metodi

Un campione di 47 pazienti con patologia nota di impingement è stato sottoposto a indagine radiografica con quattro proiezioni specifiche, già presenti in letteratura, ma non standardizzate: AP in ortostasi, falso profilo di Lequesne, Obliqua di Lauenstein, Obliqua di Ducroquet.



Per ogni tipo di conflitto sono state vagliate le proiezioni radiografiche a maggior sensibilità e attendibilità diagnostica, stabilendo un protocollo diagnostico. Un secondo protocollo diagnostico è stato stabilito anche nella metodica di seconda istanza TC, riadattando i posizionamenti del paziente impiegati nelle proiezioni radiografiche a maggior sensibilità e attendibilità diagnostica.

Conclusioni

Nel presente studio si è fatto uso di quattro proiezioni (AP in ortostasi, falso profilo di Lequesne, obliqua di Lauenstein, Ducroquet) che hanno permesso la standardizzazione di un protocollo operativo per la diagnosi e differenziazione dei differenti tipi di Femoro-Acetabular-Impingement (FAI). Ogni protocollo individua le specifiche proiezioni da utilizzare; nell'ambito del conflitto di anca, la TC multislice si conferma metodica di seconda istanza. Le acquisizioni con posizionamento "sotto stress", permettono di studiare spazialmente il tipo di conflitto specifico, confermandone la diagnosi. Il contenuto diagnostico è arricchito in modo fondamentale da ricostruzioni para-coronali rispetto al collo femorale (MPR-SCF).

Parole chiave: CAM, Pincer, MISTO, impingement, TC multislice, MPR-SCF, proiezioni radiologiche, biomeccanica.

English Abstract

Purpose

The primary purpose of this work is the creation of a standardized protocol for the study of FAI (femoro-acetabular impingement), such as CAM, Pincer and MISTO hip impingement. This protocol must include a radiological projection of high sensitivity and diagnostic reliability for this kind of impingement. The second aim of this work is to create a new standardized protocol for multislice CT scans, used to obtain a detailed image of the structure of joints to be used as a medical/diagnostic tool. The ethical and social objective of this project is to have an early diagnosis of the pathological situation in order to delay, where possible, hip replacement therapy, and laying a foundation for a preventative approach, including physical therapy treatment on patients suffering from these disabling conditions.

Materials and Methods

We recruited a sample of 47 patients, diagnosed with of impingement. X-ray images, using four non-standardised projections, already in use and found in the literature: AP standing, Obl. False Profile of Lequesne (standing), Obl. of Lauenstein, Obl. of Ducroquet.

These projections were tested to find out the levels of sensibility and diagnostic reliability, creating a protocol. The projections with the highest levels of sensibility and diagnostic reliability were readapted in CT multislice, creating an appropriate protocol.

Results

The projections used in our research allowed the standardization of an operative protocol for the diagnosis and differentiation of the different kinds of FAI. Each protocol found can identify the appropriate projection fit for the purpose. We confirm the role of CT multislice as a second-line diagnostic tool for hip impingement. By using load-bearing images, we can confirm the diagnosis and spatially describe the impingement.

Key words: CAM, Pincer, MISTO, impingement, CT multislice, radiologic projections, biomechanics, MPR-SCF.

Introduzione

Il "Conflitto Femoro-Acetabolare" (FAI, "Femoro-Acetabular-Impingement") è una condizione di patologia osteoarticolare in cui la testa femorale non dispone di adeguato spazio per muoversi all'interno dell'acetabolo. Di conseguenza, durante i movimenti articolari, viene a crearsi un conflitto tra cartilagine della testa femorale e acetabolo. Questa situazione, se non trattata adeguatamente, può degenerare in una grave forma di artrosi.

I pazienti colpiti dal conflitto femoro-acetabolare non riescono a compiere i movimenti di intrarotazione, flessione e abduzione dell'anca. Inoltre avvertono dolori all'inguine e al gluteo.

La patologia è di recente scoperta e tende a manifestarsi nei giovani atleti ma anche nei soggetti dai 35 anni in su e colpisce soprattutto coloro che praticano yoga, arti marziali o pallanuoto.

Un aspetto cardine di questa patologia è l'anormale morfologia dell'epifisi femorale e della cavità acetabolare ¹, causa di alterato movimento articolare e corrispondente comparsa di fenomeni degenerativi che progressivamente portano ad un'accelerazione del processo artrosico ².

L'eziopatogenesi del FAI può essere primitiva, idiopatica o secondaria (epifisiolisi, displasia dell'anca, fratture del collo del femore, malattia di Legg-Calvé-Perthes). Un ruolo importante nella sua evoluzione è determinato da fattori come la prominente parete antero-superiore dell'acetabolo che, essendo troppo avvolgente rispetto alla parete posteriore, crea un conflitto con il collo femorale durante i movimenti di flessione e rotazione interna.

Inoltre, la biomeccanica articolare può essere compromessa anche dalla perdita di sfericità della testa femorale nel passaggio testa-collo, dalla ridotta antiversione o retroversione del collo femorale rispetto alla diafisi o dai cambiamenti nel grado di orientamento della cavità acetabolare. Si possono distinguere due forme principali di FAI: CAM e Pincer.

Questi possono verificarsi da soli o, come spesso accade, manifestarsi in associazione attraverso il tipo detto MISTO ³.

L'epidemiologia del conflitto femoro-acetabolare mostra una distribuzione del conflitto con prevalenza del CAM nei giovani atleti uomini e del conflitto Pincer nel sesso femminile ⁴.

Il conflitto di tipo CAM ⁵ (figura 1) è caratterizzato da una anomalia morfologica tra il collo e la testa femorale, perdita di rotondità e del normale offset femorale (distanza perpendicolare tra l'asse longitudinale del femore e il centro di rotazione della testa femorale) ⁶. Questa situazione porta a una limitazione meccanica del movimento dovuta alla presenza di un'area prominente in flessione-intrarotazione e in abduzione-extrarotazione che entra in conflitto con il bordo e la cartilagine sottostanti ⁷. Il Pincer impingement (figura 2a) è sostenuto invece da un eccesso di copertura acetabolare localizzata (retroversione acetabolare) o globale (coxa profunda e protrusione acetaboli) ⁸. Tale anomalia, se da un lato aumenta la superficie di contatto tra epifisi femorale e acetabolo, riducendo quindi il carico per unità di superficie, dall'altro determina il precoce contatto tra il bordo acetabolare e collo femorale. Un conflitto di tipo MISTO è visibile in figura 2b.

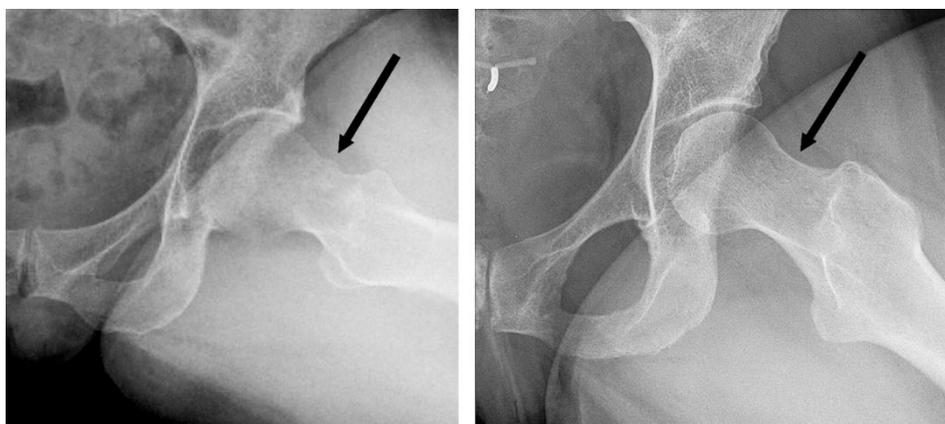


Figura 1: a sinistra si può apprezzare un FAI di tipo CAM. Si osservi, indicato dalla freccia nera, il tipico 'bumper' osseo tipico di questo conflitto. A destra, la stessa proiezione evidenzia un normale collo femorale, senza 'bumper'.

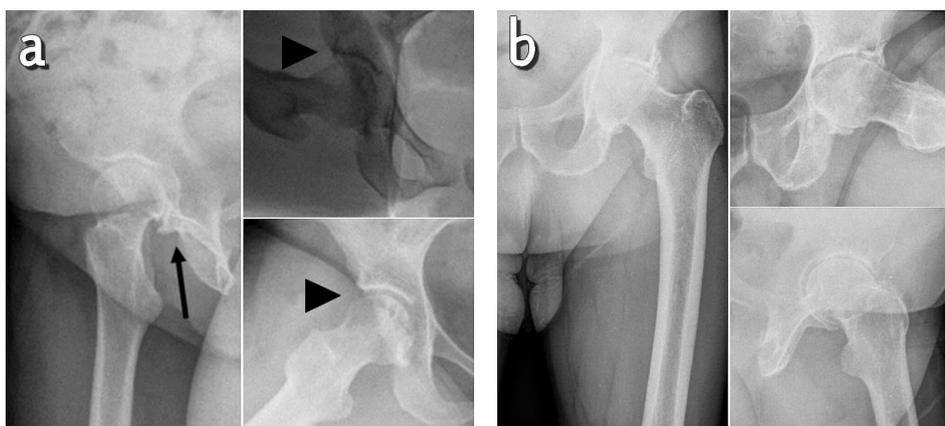


Figura 2a-b: a) FAI di tipo Pincer. Nelle immagini oblique (a destra, sopra e sotto) possono essere viste le calcificazioni sotto-acetabolari, come indicato dalle teste di freccia nere. A sinistra, la freccia nera indica un esempio di conflitto postero-inferiore. b) Conflitto di tipo MISTO, uno degli aspetti peggiori del CAM e del Pincer

Scopo

Il fine di questo progetto di ricerca è la formulazione di un protocollo diagnostico in radiologia convenzionale, che includa le proiezioni a maggior sensibilità e attendibilità diagnostica, selezionate in base a uno studio biomeccanico applicato specifico per il tipo di conflitto. Un secondo obiettivo è la standardizzazione di un protocollo TC specifico, identificato come metodica di seconda istanza nello studio dell'impingement coxo-femorale.

Il proposito etico-sociale permea l'intero studio: la possibilità di diagnosticare precocemente la situazione patologica, ritardando o evitando la necessità di impianto protesico, getta le basi per un possibile lavoro di prevenzione fisioterapica sui soggetti affetti da FAI, capace di evitare anche l'eventuale intervento di condrolisi artroscopica ⁹.

Training propedeutico allo studio

Nel periodo tra luglio e agosto 2017 è stato condotto uno studio biomeccanico dell'articolazione coxo-femorale con il contributo di un gruppo di fisioterapisti ¹⁰.

Contemporaneamente si è compiuto un vero e proprio training sulla biomeccanica dell'articolazione simulando su un manichino le proiezioni radiologiche scelte per lo studio: la simulazione delle posizioni riferite alle proiezioni è stata effettuata dal Tecnico di Radiologia su un paziente volontario, al fine di capire le interazioni delle componenti ossee (epifisi e collo femorale); simultaneamente un fisioterapista effettuava gli stessi movimenti sul fantoccio scheletrico (figura 3).L'utilizzo di quest'ultimo ha permesso di avvalorare le proiezioni da un punto di vista biomeccanico, oltre che tecnico.

Il briefing conclusivo del team multidisciplinare con il gruppo di riabilitazione, ha permesso di formulare l'ipotesi che l'anormale accumulo calcifico alla base della genesi di un conflitto possa dipendere da anormale forze di abduzione e adduzione su legamenti e muscoli dovute ad uno squilibrio di carichi su collo e testa femorale.

Metodo di scelta del campione di studio

Attingendo dalla banca dati RIS disponibile nel nostro centro, sono stati selezionati 114 pazienti con quesito diagnostico generico; escludendo i pazienti con artroprotesi, con pregressi traumi o fratture, è stato ottenuto un campione residuo di 47 pazienti che, per le caratteristiche delle immagini, anche se aspecifiche, apparivano meritevoli di approfondimento diagnostico: essi sono stati quindi valutati dallo specialista ortopedico ed inquadrati clinicamente con il sospetto di FAI.



Figura 3

Esempio del tipo di manichino utilizzato

Materiali e Metodi

Da luglio 2017 a ottobre 2017, presso il presidio ospedaliero di San Marcello Pistoiese (PIOT-ESTAR CENTRO Area Vasta), ogni paziente che non ricadesse nei criteri di esclusione (assenza di artroprotesi e fratture pregresse di interesse acetabolare o comunque a carico del bacino) è stato sottoposto a visita ortopedica che, avvalorando clinicamente il sospetto di patologia, giustificava un ulteriore approfondimento diagnostico. Successivamente, ogni paziente è stato informato e reso consapevole degli obiettivi dello studio e delle sue finalità, e la sua adesione è stata ratificata sottoscrivendo apposito modulo di consenso. Il Medico ed il Tecnico radiologo, hanno congiuntamente stabilito i criteri di acquisizione del dato anamnestico e, prima dello svolgimento dell'esame, ogni partecipante è stato ricevuto a colloquio dal Tecnico Radiologo che oltre all'anamnesi ha provveduto ad annotare il tipo di movimenti che erano causa di dolore, informazioni che gli sono state utili nel condurre l'esame radiografico.

L'approfondimento diagnostico si è basato su quattro proiezioni, già presenti in letteratura, ma che non hanno un'applicazione standardizzata sulla patologia del FAI. Conclusi gli approfondimenti su ogni partecipante, il Tecnico Radiologo, il Medico Radiologo e il Medico Ortopedico si sono riuniti per analizzare i dati raccolti. I due specialisti medici hanno vagliato in cieco ogni dato, dopo che i dati iconografici e anagrafici erano stati anonimizzati.

I dati sono stati riportati in tabelle, calcolando le percentuali di sensibilità e attendibilità diagnostica per ogni proiezione e per ogni tipologia di conflitto, traendo le relative conclusioni.

Ultimata questa fase, ogni paziente è stato richiamato dal medico ortopedico che, sulla base del reperto "diagnostico-biomeccanico", ha potuto fornire ai pazienti opportune informazioni per una opportuna terapia: alcuni hanno dovuto proseguire il proprio percorso terapeutico per via chirurgica, ad una buona parte si è potuto invece consigliare un trattamento fisioterapico personalizzato per la patologia conflittuale. Per nove pazienti è stato considerato opportuno e consigliato un approfondimento diagnostico di seconda istanza tramite TC ^{11,12}, per le seguenti ragioni:

- Paziente radiologicamente giovane con forte dolore non spiegabile con la sola metodica di radiologia convenzionale, con proiezioni aspecifiche e generiche;
- Ricerca di corpo calcifico o cartilagineo per dolore alla rotazione interna dell'anca e interessamento della porzione ischio-crutale;
- Interazione e natura di calcificazioni riscontrate all'imaging convenzionale;
- Capire lo sconvolgimento dei rapporti articolari, in alcuni casi dovuti a un difetto di coaptazione della testa del femore;
- Sospetta necrosi ischemica della testa del femore;
- Studio delle entesopatie calcifiche della fascia lata.

Le proiezioni valutate per sensibilità e specificità sono state le Proiezioni AP in Ortostasi, obliqua di Lauenstein, obliqua di Ducroquet e la Proiezione di Lequesne o del falso profilo.

Proiezione AP in ortostasi (coxo-femorale sotto carico):

Uno degli obiettivi di questo studio è riuscire a capire quali siano le proiezioni oblique più corrette per studiare distintamente il conflitto CAM e PINCER.

La proiezione radiografica che meglio si presta per lo studio iniziale dell'articolazione coxo-femorale è la proiezione delle anche in comparativa sotto carico in antero-posteriore (Figura 4), per le informazioni di carattere generale fornite e per la sua capacità di orientare nel proseguimento dell'indagine diagnostica. In questa prima immagine possiamo avere una visione diretta e senza rotazioni rispetto al piano frontale, e le sue caratteristiche permettono misurazioni attendibili sul collo femorale. Lo studio di tali dimensioni è alla base della valutazione del grado di valgismo o varismo articolare, entrambi attori importanti di un'eventuale instabilità d'anca.



Figura 4

Proiezione radiografica AP eseguita in ortostasi

L'esame sotto carico in proiezione antero-posteriore possiede una valenza fisiologica e funzionale: nei soggetti affetti da patologia conflittuale è assai raro che il dolore si presenti in una posizione di riposo.

Questa proiezione è indispensabile in un protocollo FAI, perché la sua esecuzione richiede l'intrarotazione dei piedi, per visualizzare al meglio il piccolo e il grande trocantere. Durante questo movimento tutti i legamenti anteriori si rilasciano, in particolare il legamento ileo-pretrocanterico ed il pubo-femorale, mentre si tende¹³ il legamento ischio-femorale.

Queste indicazioni di carattere biomeccanico sono piuttosto rilevanti perché impiegando la tecnica corretta nell'acquisire i radiogrammi, il buon contrasto tra le strutture anatomiche coinvolte permette di ottenere segni radiologici indiretti circa eventuali deficit muscolari e ligamentosi, ad esempio sul piccolo e grande trocantere.

Una trocanterite, capace di mimare un FAI (falso positivo) può essere svelata da un radiogramma eseguito in modo ottimale, indirizzando correttamente la diagnosi verso l'esclusione del FAI ed orientando le ulteriori indagini verso una metodica ecografica anziché radiologica¹⁴.

Dopo l'ottenimento di questa prima immagine, la scelta delle ulteriori proiezioni da effettuare è piuttosto importante: si è infatti ad un bivio, sia tecnico che diagnostico, e già da un'attenta osservazione di questo primo radiogramma è possibile ipotizzare il tipo di conflitto con cui si ha a che fare.

Scegliere di studiare i vari tipi di conflitti in maniera univoca non è certo una buona scelta, perché le altre proiezioni oblique, a seconda del conflitto che si sta indagando, possono esaltare o sottovalutare la patologia e dunque la sua possibilità di diagnosi.

Proiezione di LAUENSTEIN e proiezione di DUCROQUET:

Un aspetto fondamentale di entrambe le proiezioni è la rappresentazione del collo femorale, che viene a proiettarsi senza effetti di 'accorciamento', indice di una corretta tecnica di esecuzione, caratterizzata dal giusto grado di escursione in abduzione dell'anca in esame.

Si ricordi che a causa di effetti proiettivi ad un maggior angolo di abduzione è associato un maggior effetto di accorciamento del collo femorale. Abduzioni oltre i 30° - 40°, portano a rappresentare lateralmente il grande trocantere e medialmente il piccolo trocantere liberi da sovrapposizioni proprio come accade nella proiezione denominata "frog legs" (Figura 5a).

La proiezione di Lauenstein (Figura 5b) è una delle numerose varianti delle proiezioni oblique dell'articolazione coxo-femorale, e rappresenta il collo femorale ortogonalmente rispetto alla proiezione antero-posteriore: la combinazione tra iperflessione (60°-70°) e abduzione (20°-30°) dell'arto fa assumere al collo femorale un decorso parallelo al piano sensibile.

Questo ed altri aspetti rendono l'impiego di questa proiezione complementare a quello della proiezione antero-posteriore. Essa si dimostra valida non soltanto per l'assetto anatomico, ma dal punto di vista biomeccanico è caratterizzata da un grado parzialmente completo di coaptazione della testa femorale all'interno dell'acetabolo: rende dunque possibile l'evidenziazione di eventuali calcificazioni di pertinenza del labbro acetabolare, della testa e della capsula, lo studio dei loro spostamenti e la previsione del tipo di erosione che potranno produrre.

Oltre a quanto detto, la scelta della proiezione deve tenere in considerazione la capacità di una buona rappresentazione morfologica della testa femorale e dei suoi rapporti con la cavità acetabolare, aspetto fondamentale, dato che la sfericità della testa viene progressivamente perduta nei casi di artrosi di lunga durata, o nei casi di manifestazioni ischemiche.

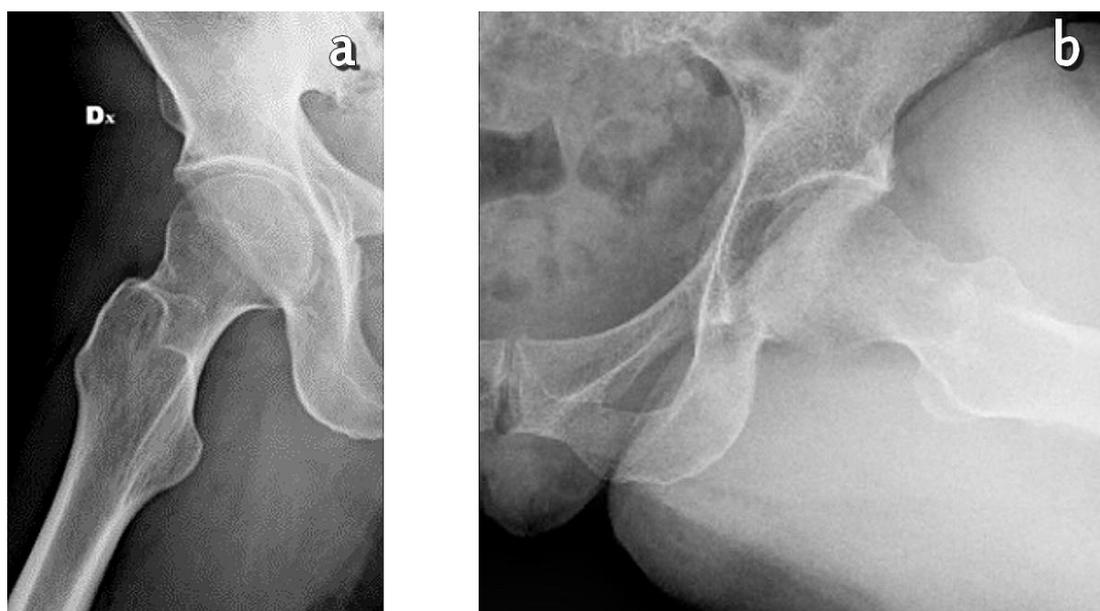


Figura 5: a) proiezione radiografica 'Frog Legs'. b) proiezione radiografica di Lauenstein

In questi casi si verifica anche un certo grado di usura del cerchione, in modo del tutto analogo ai fenomeni di usura del cerchione della spalla. Nei pazienti con usura in fase molto avanzata la sfericità della testa femorale è pressoché perduta ed è un fattore predittivo di necrosi asettica della testa femorale. Per quanto riguarda la dislocazione delle calcificazioni articolari, è particolarmente utile lo studio del loro cambio di posizione quando la testa femorale è completamente all'interno dell'acetabolo.

L'assetto anatomico detto "posizione del quadrupede"¹⁵ (Figura 6) è quello impiegato nella proiezione radiologica detta di "Ducroquet". Il paziente deve disporre femore e gamba ad angolo retto, compiendo nel contempo un'abduzione di circa 40° (Figura 7). In questa posizione si sottopone l'anca ad un certo grado di stress articolare, ed in corso di patologia da 'impingement' il paziente presenta di solito un dolore significativo. La corretta esecuzione tecnica richiede di fornire al paziente un adeguato supporto come ausilio nel mantenere la posizione e prevenire anche minimi movimenti e tremori che potrebbero compromettere la qualità dell'immagine. Considerato il maggior spessore attraversato dal fascio radiogeno, in questa proiezione si rende indispensabile compensare i dati esposimetrici con un lieve aumento per ottenere un contrasto ottimale tra le strutture rappresentate.



Figura 6: posizione Biomeccanica del "quadrupede"



Figura 7: proiezione radiografica di Ducroquet

Proiezione di LEQUESNE o del falso profilo¹⁶

Questa proiezione permette una buona visualizzazione dell'articolazione in esame e un'ottima identificazione in perfetta visione laterale del collo e della testa femorale (Figura 8).

Il centro della testa femorale, l'asse del collo e della diafisi femorale vengono rappresentati approssimativamente sulla stessa linea articolare. Il margine posteriore del grande trocantere si proietta dietro il collo femorale, per visualizzare al meglio il margine supero-anteriore-mediale dell'acetabolo.

Nello studio dell'impingement questa proiezione fornisce all'osservatore il grado di sovra-sotto copertura acetabolare, punto di forza che la rende proiezione d'elezione per il FAI, in particolare il FAI PINCER, ed anche per lo studio di displasie e vizi di torsione.



Figura 8

Posizione e risultato radiografica della proiezione del falso profilo di Lequesne

Negli studi TC è stato impiegato un Tomografo HITACHI modello ECLOS, 8 slice: in ossequio al principio ALARA, e fatte salve le necessità diagnostiche, si è realizzato in collaborazione con "l'application specialist" della casa costruttrice un apposito protocollo di acquisizione volumetrica che ha permesso di ridurre la dose del 23% rispetto al protocollo di partenza. In tabella 1 è possibile raffrontare il protocollo utilizzato al protocollo preesistente.

Coerentemente con la prima parte dello studio, la posizione adottata "sotto stress" in ogni scansione è stata la omologa della proiezione radiografica di Ducroquet (nella figura 9 il posizionamento).

La motivazione di questa scelta non sta soltanto nei valori di sensibilità e attendibilità diagnostica, ma soprattutto nelle particolari attitudini biomeccaniche che offre.

Sui 9 pazienti selezionati per la TC, è stata eseguita una scansione volumetrica con criteri di correttezza come da letteratura^{17, 18, 19}, opportunamente ricostruite con tecnica MPR utilizzando quattro diversi valori di finestra, due per osso e due per parti molli.

Protocollo	Acquisizione	KV	mAs	THICKNESS COLLIMATION	RECON. INDEX SCAN INTERVAL	FOV	N° immagini	Pitch	CTDI
Protocollo utilizzato	Volumetrica	120	140	2,5-0,63*8	2,5 mm	430	104	0,875	18,9 mGy
Protocollo preesistente	Volumetrica	120	250	2,5-1,25*8	2,5mm	350	103	0,875	23,8 mGy

Tabella I: Tabella raffigurante i dati riferiti sia al protocollo CT utilizzato che a quello preesistente

È stata poi effettuata un'ulteriore scansione nella posizione proiettiva a più alta sensibilità e attendibilità diagnostica, evidenziata nella prima parte dello studio per conflitto CAM, PINCER e infine MISTO. (vedi Figure 1, 2a e 2b)

Anche nel rappresentare questa scansione sono stati applicati gli stessi valori di finestra (Window-Width) e livello (Window-Level) usati nella posizione indifferente. Come per quest'ultima, sono state eseguite opportune ricostruzioni multiplanari (MPR) utilizzando in questo caso come riferimento l'asse maggiore del collo femorale (MPR-SCF).

Le articolazioni della spalla e dell'anca, inizialmente molto simili, si sono differenziate nel corso dell'evoluzione umana in virtù della progressivamente diversa funzione svolta.

Tuttavia, nonostante la differenziazione evolutiva, entrambe sono *enartrosi*: la spalla è definita '*enartrosi a debole incastro*', l'anca è definita '*enartrosi a solido incastro*', più complessa per la necessità di sostenere l'intero peso corporeo.

Si mostra così, come per l'articolazione scapolo-omerale, che un posizionamento del paziente in radiologia convenzionale riadattato a una metodica di seconda istanza (ad esempio la posizione A.B.E.R. in MRI^{20, 21}, visibile in figura 10) sia in grado di aumentare in modo significativo il contenuto diagnostico nell'evidenziare il danno da impingement.

Ogni scansione assiale con posizione specifica, ottenuta impiegando in ausilio al paziente supporti radiotrasparenti allo scopo di mantenere senza ridurre la condizione di stress biomeccanico richiesta, è stata confrontata insieme alle relative ricostruzioni MPR con le scansioni omologhe ottenute in posizione indifferente; questo ha permesso di apprezzarne gli aspetti migliorativi e l'ipotizzato maggior contenuto diagnostico delle prime rispetto alle seconde.

La sensibilità e l'attendibilità diagnostica del posizionamento 'indifferente' rispetto al posizionamento 'funzionale' sono stati messi a confronto in tabelle, ove è stato altresì comparato il contenuto diagnostico delle ricostruzioni MPR nelle due diverse posizioni. In ossequio al principio di *ottimizzazione*, si è cercato di valutare la qualità - immagine, osservando che il contenuto diagnostico delle immagini ottenute a dose ridotta risulta inalterato.

Infine, anche i nove pazienti per i quali è stato richiesto l'approfondimento con la metodica di seconda istanza sono stati chiamati a colloquio con l'ortopedico richiedente che, sulla base del reperto diagnostico-biomeccanico, ha potuto orientare i pazienti verso adeguata terapia, riabilitativa o di chirurgia protesica.

Di ogni proiezione radiologica si è valutata la sensibilità al quadro clinico di un reperto e il livello della sua attendibilità diagnostica per il tipo d'impingement. La sensibilità va intesa come la capacità di identificare eventuali calcificazioni o strutture ossee che appaiono interessare il contesto dei tessuti articolari o para-articolari; l'attendibilità diagnostica è intesa come l'attitudine a identificare correttamente la struttura anatomica coinvolta nel conflitto.

Teniamo presente che il nostro campione di pazienti è stato in via preliminare inquadrato nella sua positività clinica dallo specialista ortopedico.



Figura 9: Posizione della proiezione di Ducroquet riadattata in CT



Figura 10: Posizione nella tecnica A.B.E.R. utilizzata in risonanza magnetica

Aspetti semi-quantitativi dello studio

La valutazione della sensibilità e della specificità delle proiezioni di radiologia convenzionale, delle scansioni TC e delle relative MPR è stata condotta utilizzando griglie di valutazione come quelle rappresentate in tabella II, III e IV.

	Efficacia di ogni proiezione			
	<i>Non rilevabile</i>	<i>Rilevabile</i>	<i>Buona Rilevazione</i>	<i>Netta Rilevazione</i>
Aspetti da valutare sulle proiezioni di radiologia convenzionale	(0 Punti)	(1 Punto)	(2 Punti)	(3 Punti)
<i>Sensibilità proiezione AP Ortostasi</i>				
<i>Attendibilità diagnostica proiezione AP Ortostasi</i>				
<i>Sensibilità proiezione di Lauenstein</i>				
<i>Attendibilità diagnostica proiezione di Lauenstein</i>				
<i>Sensibilità proiezione di Docruquet</i>				
<i>Attendibilità diagnostica proiezione di Docruquet</i>				
<i>Sensibilità proiezione Falso Profilo</i>				
<i>Attendibilità diagnostica proiezione Falso Profilo</i>				

Tabella II: Griglia valutativa delle proiezioni dello studio

	Efficacia di ogni proiezione			
	<i>Non rilevabile</i>	<i>Rilevabile</i>	<i>Buona Rilevazione</i>	<i>Netta Rilevazione</i>
Aspetti da valutare sulle SCANSIONI CT	(0 Punti)	(1 Punto)	(2 Punti)	(3 Punti)
<i>Sensibilità del posizionamento indifferente</i>				
<i>Attendibilità diagnostica del posizionamento indifferente</i>				
<i>Sensibilità del posizionamento sotto stress</i>				
<i>Attendibilità diagnostica del posizionamento sotto stress</i>				

Tabella III: Griglia valutativa sulle scansioni CT

	Efficacia di ogni proiezione			
	<i>Non rilevabile</i>	<i>Rilevabile</i>	<i>Buona Rilevazione</i>	<i>Netta Rilevazione</i>
Aspetti da valutare sulle MPR	(0 Punti)	(1 Punto)	(2 Punti)	(3 Punti)
<i>Sensibilità MPR CORONALE</i>				
<i>Attendibilità diagnostica MPR CORONALI</i>				
<i>Sensibilità MPR SAGITTALE</i>				
<i>Attendibilità diagnostica MPR SAGITTALI</i>				
<i>Sensibilità MPR - SCF CORONALE</i>				
<i>Attendibilità diagnostica MPR - SCF CORONALI</i>				
<i>Sensibilità MPR - SCF SAGITTALE</i>				
<i>Attendibilità diagnostica MPR - SAGITTALI</i>				

Tabella IV: Griglia valutativa sulle scansioni CT

Una volta attribuiti i punteggi per ciascun aspetto valutato (radiologia convenzionale, scansioni CT e ricostruzioni MPR) il dato conclusivo è stato ottenuto come segue:

$$((\text{punteggio di una specifica caratteristica}) / (\text{n}^\circ \text{ totale dei pazienti})) \times 100$$

Risultati

La distribuzione delle classi d'impingement nel campione maschile e femminile preso in esame è riassunto nella Tabella V.

Nel campione epidemiologico analizzato di 47 pazienti il 66% erano donne mentre il 34% del campione erano uomini, la loro età media si aggira intorno ai 50 anni compatibile con i dati presenti in letteratura sull'insorgenza della patologia conflittuale.

La caratteristica che accomuna quasi la totalità del campione è la *sedentarietà*, infatti a parte qualche caso isolato (pochi pazienti camminano in maniera abituale e un solo paziente effettua attività speleologica). Le caratteristiche del campione analizzato nel presente studio differiscono dunque da quelle riportate in letteratura (v. paragrafo introduttivo).

Solo il 20% dei pazienti ha un'attività lavorativa pesante, la restante parte non ha un lavoro usurante; circa l'80% del campione presenta in anamnesi pregressi traumi o dolori ingravescenti al ginocchio, al tratto lombo-sacrale o ad entrambi i segmenti articolari.

Nella tabella VI sono stati rappresentati per ciascuna delle quattro proiezioni impiegate (AP in Ortostasi, Lauenstein, Ducroquet e Falso profilo di Lequesne) i valori caratteristici di sensibilità e specificità nel rilevare genericamente un conflitto.

Nelle tabelle VII, VIII e IX sono riportati i dati relativi a sensibilità e specificità di ciascuna proiezione nei casi di conflitto CAM, PINCER o MISTO, permettendo di confrontarne l'appropriatezza per ciascun singolo tipo di conflitto.

Nel caso del conflitto di tipo PINCER, a seguito della sua grande variabilità anamnestica e sintomatologica, si è proceduto ad una ulteriore analisi dei dati. In fase di refertazione sono state individuate diverse classi di conflitto PINCER:

- conflitto superiore
- postero-inferiore con sostanziale interessamento del comparto muscolare e tendineo ischio-cruale
- conflitto degenerativo misto, ma a natura primitiva PINCER
- conflitto con interessamento della fascia lata
- quadri di "intrappolamento" dovuti a corpo cartilagineo o calcifico.

Le tabelle X, XI e XII riportano i risultati percentuali dell'analisi dei dati.

	CAM	PINCER	MISTO
<i>Donne</i>	6 - 75%	16 - 70%	4 - 33,33%
<i>Uomini</i>	2 - 25%	7 - 30%	8 - 66,66%
<i>Totale</i>	8	23	12

Tabella V: Dati Epidemiologici riferiti a tre diversi tipi di conflitto.

Dati Generici	Proiezione AP ORTOSTASI	Proiezione di LAUENSTEIN	Proiezione di DUCROQUET	Proiezione F. PROFILO
Sensibilità	82,96%	85%	75,55%	50%
Attendibilità diagnostica	82,96%	85%	73,33%	51,85%

Tabella VI: Dati generici di sensibilità e specificità per proiezione.

Conflitto CAM	Proiezione AP ORTOSTASI	Proiezione di LAUENSTEIN	Proiezione di DUCROQUET	Proiezione F. PROFILO
Sensibilità	70,83%	96%	70,83%	29%
Attendibilità diagnostica	70,83%	96%	70,83%	33,33%

Tabella VII: Dati per sensibilità e specificità relativi al conflitto CAM.

Conflitto PINCER	Proiezione AP ORTOSTASI	Proiezione di LAUENSTEIN	Proiezione di DUCROQUET	Proiezione F. PROFILO
Sensibilità	87,00%	80,00%	74,00%	63,77%
Attendibilità diagnostica	87,00%	80,00%	72,46%	62,42%

Tabella VIII: Dati per sensibilità e specificità relativi al conflitto PINCER.

Conflitto MISTO	Proiezione AP ORTOSTASI	Proiezione di LAUENSTEIN	Proiezione di DUCROQUET	Proiezione F. PROFILO
Sensibilità	92%	97,22%	83,33%	58,33%
Attendibilità diagnostica	92%	97,22%	83,33%	64%

Tabella IX: Dati per sensibilità e specificità relativi al conflitto MISTO.

CONFLITTO Pincer da CORPO calcifico	Proiezione AP ORTOSTASI	Proiezione di LAUENSTEIN	Proiezione di DUCROQUET	Proiezione F.PROFILO
Sensibilità (%)	80,00	67	86,66	73
Attendibilità diagnostica (%)	80	67	86,66	73,33

Tabella X: Sensibilità e Specificità delle proiezioni nel conflitto Pincer da CORPO calcifico.

CONFLITTO MISTO PRIMITIVO Pincer	Proiezione AP ORTOSTASI	Proiezione di LAUENSTEIN	Proiezione di DUCROQUET	Proiezione F.PROFILO
Sensibilità (%)	95,83	96	91,66	58
Attendibilità diagnostica (%)	95,83	96	92,66	70,83

Tabella XI: Sensibilità e Specificità delle proiezioni nel conflitto MISTO PRIMITIVO Pincer.

CONFLITTO Pincer PURO	Proiezione AP ORTOSTASI	Proiezione di LAUENSTEIN	Proiezione di DUCROQUET	Proiezione F.PROFILO
Sensibilità (%)	83,33	75	77,08	63
Attendibilità diagnostica (%)	83,33	75	77.08	60,42

Tabella XII: Sensibilità e Specificità del conflitto Pincer PURO (ulteriore suddivisione).

%	Criteri interpretativi dei valori di Sensibilità	Criteri interpretativi dei valori di A.D.
0	Conflitto non distinguibile	Struttura anatomica non definibile
25	Appena sufficiente a classificare tipo di FAI	Appena sufficiente chiarezza morfo-strutturale
50	sufficiente a descrivere tipo di FAI	Sufficiente chiarezza morfo-strutturale
75	Discreta capacità nel descrivere tipo di FAI	Discreta chiarezza morfo-strutturale
100	Estrema capacità nel descrivere tipo di FAI	Estrema chiarezza morfo-strutturale

Tabella XIII: Tabella riguardante i criteri interpretativi in sensibilità e attendibilità diagnostica

Tipo di Acquisizione	Sensibilità (%)	Attendibilità diagnostica (%)
Acquisizione STANDARD	89	89,00
Acquisizione "in stress"	96	96,30

Tabella XIV: Sensibilità e Specificità delle due diverse acquisizioni volumetriche.

Scala interpretativa dei dati in percentuale

In tabella XIII la scala parte dallo 0%, possibilità che non si è verificata nel nostro campione e che avrebbe impedito di fare diagnosi non solo in termini di sensibilità ma soprattutto per il mancato riconoscimento delle strutture anatomiche interessate. La soglia del 25% esprime una sensibilità appena sufficiente a mettere in evidenza il conflitto, e la sua attendibilità diagnostica chiarisce gli aspetti morfo-strutturali in modo appena sufficiente. In questo range i conflitti si dimostrano appena riconoscibili nelle varie proiezioni utilizzate e le parti anatomiche interessate spesso non appaiono identificabili a causa di diversi fattori dovuti legati al paziente (massa corporea, capacità di attenuazione dei tessuti, grado di collaborazione compromesso dalla sintomatologia dolorosa). La soglia del 50% garantisce la sufficienza a entrambe le caratteristiche citate. Valori di oltre il 50% circa l'attendibilità diagnostica sono indice di un costante miglioramento nella chiarezza di rappresentazione delle strutture anatomiche.

Valori di sensibilità oltre al 50% corrispondono a importanti miglioramenti: possibilità di identificare il tipo di conflitto senza classificazione specifica, rilevamento, anche se non in modo franco, della presenza di corpi calcifici, localizzabili ancora con difficoltà a causa del non alto potere di risoluzione e di contrasto. La percentuale dal 75% al 100% esprime risultati da discreti a ottimali: le proiezioni che ricadono in questo intervallo hanno attendibilità diagnostica che permette non soltanto di distinguere le strutture anatomiche in modo estremamente nitido, ma il buon contrasto che le caratterizza permette di distinguere le calcificazioni articolari da quelle extra capsulari. Anche la sensibilità in questo range passa da discreta a ottima, e permette talvolta di classificare con certezza il tipo di conflitto.

Simili valori di sensibilità sono rilevabili nelle proiezioni oblique di Lauenstein e Ducroquet, per la loro capacità di dimostrare il 'bumper' osseo; anche la proiezione del falso profilo si dimostra eccellente nella rilevazione dei corpi cartilaginei e calcifici sotto il tetto acetabolare e in zona ischio-cruale.

La scala interpretativa impiegata è stata applicata non solo ai dati percentuali delle proiezioni radiografiche ma anche a quelli relativi alle scansioni CT e relative ricostruzioni MPR.

Nell'ambito del campione analizzato, nonostante la sintomatologia dolorosa in sede coxo-femorale, in tre casi il primo reperto radiologico è risultato negativo e non è stato possibile correlare il dato clinico alla patologia da impingement. I tre pazienti sono stati richiamati dallo specialista per chiarire il loro quadro clinico, fuori dall'ambito del presente studio: di essi, grazie alle proiezioni AP in Ortostasi e di Lauenstein, due casi hanno evidenziato un conflitto da entesopatia della fascia lata. Le altre proiezioni non hanno invece fornito significativo ulteriore supporto diagnostico.

Per quanto riguarda la TC, nella tabella XIV si riportano i dati riferiti alla sensibilità e attendibilità diagnostica, sia nell'acquisizione standard che nell'acquisizione con posizione "sotto stress", omologa della proiezione radiografica di Ducroquet.

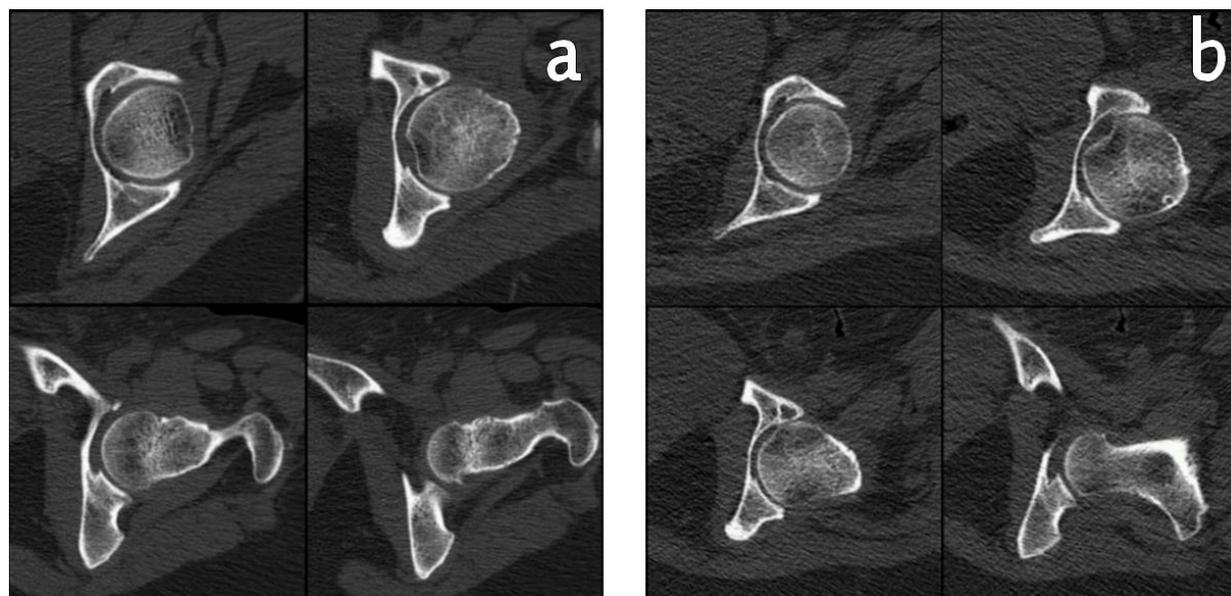


Figura 11 a) Serie di immagini assiali riferite a posizionamento standard. b) Serie di immagini assiali corrispondenti ad un posizionamento "sotto stress".

Tipi di RICOSTRUZIONE	Sensibilità		Attendibilità diagnostica	
	MPR CORONALE	MPR SAGITTALE	MPR CORONALE	MPR SAGITTALE
MPR STANDARD	74,07%	48,15%	74,07%	48,15%
MPR - SCF	92,60%	44,44%	92,60%	48,15%

Tabella XV: Confronto in Sensibilità e attendibilità diagnostica delle diverse ricostruzioni MPR

In figura 11a sono apprezzabili sezioni assiali acquisite con posizionamento standard, in figura 11b sezioni assiali acquisite con posizionamento "sotto stress". È interessante notare come nelle immagini "sotto stress" appaia enfatizzata la riduzione dello spazio postero-inferiore rispetto alle immagini riferite all'acquisizione standard.

Le ricostruzioni MPR si sono dimostrate fondamentali per l'identificazione di calcificazioni e per la localizzazione del conflitto, soprattutto per avere una giusta stima della sua entità sia in senso qualitativo che quantitativo.

In tabella XV sono riportate sensibilità e attendibilità diagnostica delle MPR con ricostruzioni standard o rispetto all'asse del collo femorale (MPR-SCF).

È intuitivo che le ricostruzioni MPR, per la loro caratteristica multiplanare, consentano un miglior studio dell'impingement e del suo impegno articolare, e una più precisa definizione spaziale del conflitto rispetto alle sole rappresentazioni in assiale.

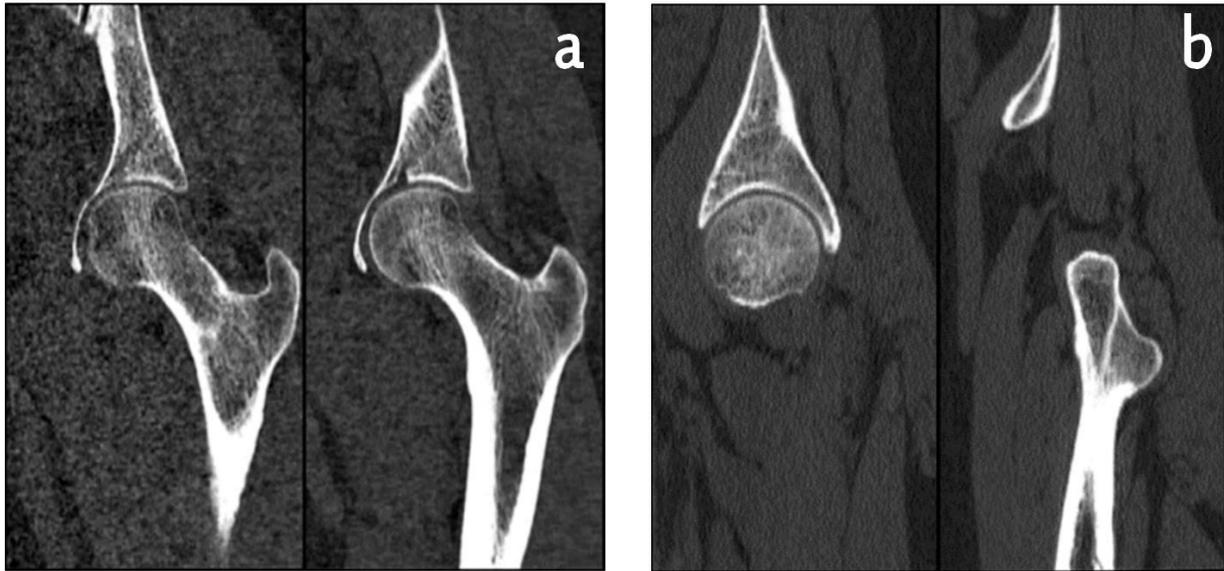


Figura 12: a) MPR COR ottenuta con posizionamento standard. b) MPR SAG ottenuta con posizionamento standard

Nelle figure 12 (a e b) sono visibili ricostruzioni MPR con posizionamento 'standard' sia in coronale che in sagittale, che costituiscono un importante ausilio nella refertazione.

Nella parte introduttiva si è visto che l'asse del collo femorale non soltanto è sede di sviluppo del conflitto CAM, ma soprattutto è una regione anatomica di particolare rilevanza dal punto di vista biomeccanico.

Il collo femorale costituisce un punto nodale in cui convergono le forze di carico dell'intero corpo, e non è casuale che la patologia conflittuale si sviluppi proprio lungo il suo asse. Questo giustifica il completamento delle scansioni acquisite "sotto stress" con opportune ricostruzioni multiplanari ottenute proprio riferendosi all'asse maggiore del collo femorale.

Le figure 13a e 13b evidenziano con molta chiarezza la conflittualità di tipo CAM presente nel soggetto studiato. Le ricostruzioni MPR-SCF (secondo l'asse maggiore del collo femorale) sono in grado di enfatizzare la patologia e renderla evidente anche a un occhio meno esperto.

La tabella XIV mostra come, partendo da valori già elevati, con la posizione "sotto stress" vi sia stato un incremento del 7% in sensibilità e del 7,3% in attendibilità diagnostica.

Anche i dati riferiti al contributo delle ricostruzioni MPR riportati in tabella XV mostrano un risultato interessante: le MPR-SCF incrementano la sensibilità del 18,53% nelle viste coronali, mentre nella vista sagittale sono responsabili di una perdita di sensibilità del 3,71%.

Per quanto riguarda l'attendibilità diagnostica, rispetto alle ricostruzioni standard i dati mostrano nelle viste coronali un aumento del 7%, per le ricostruzioni in vista sagittale non si verifica alcun incremento.

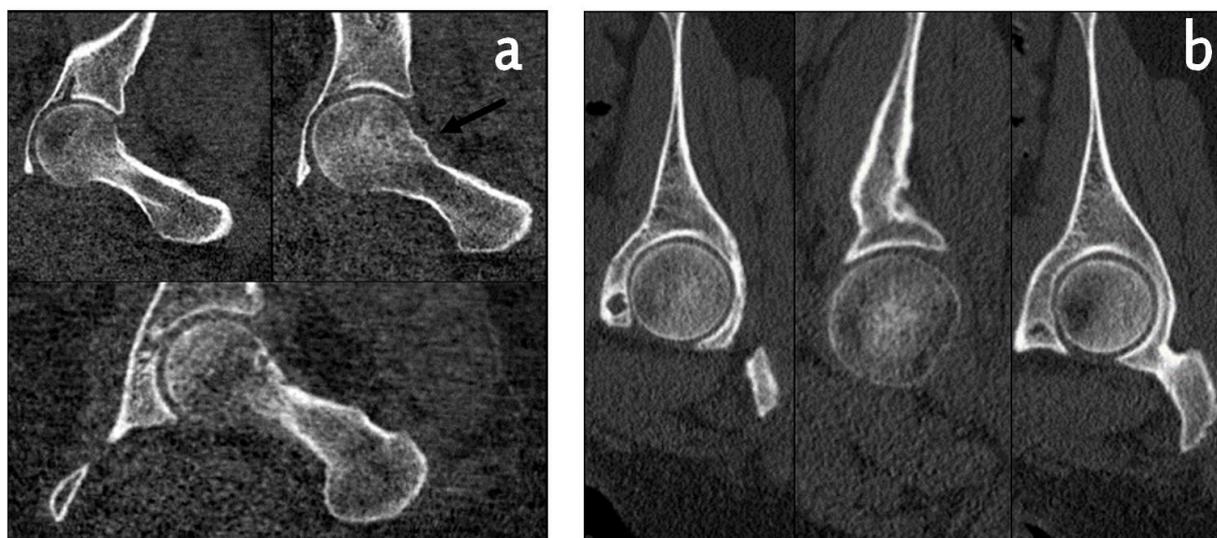


Figura 13: a) MPR COR ottenuta con posizionamento "sotto stress", la freccia mostrata il caratteristico "Bumper osseo" tipico del conflitto CAM. b) MPR SAG ottenuta con posizionamento "in stress"

Discussione

Si osservi nella tabella II la netta prevalenza del conflitto di tipo PINCER nel sesso femminile: dato che dal punto di vista epidemiologico è in totale accordo con i dati di letteratura. Nel sesso maschile i dati mostrano una netta prevalenza del conflitto MISTO rispetto al conflitto CAM; i dati del conflitto PINCER e MISTO si mostrano molto simili.

In letteratura ²², la netta prevalenza del conflitto di tipo CAM nel sesso maschile è riportata, ma osservata soprattutto nei giovani atleti. I risultati del nostro studio evidenziano tuttavia una fascia d'età più alta (maggiore di 35 anni) ed associata ad uno stile di vita più sedentario, se si eccettua la quotidiana attività lavorativa talora anche fisicamente intensa di alcuni casi.

Esaminando i dati in tabella VI, rappresentati senza suddivisione per tipo di conflitto, risulta evidente una notevole generale validità delle proiezioni considerate. Si ricordi che la loro scelta è dipesa da un attento studio biomeccanico propedeutico al progetto.

In modo particolare emergono i punteggi più bassi riportati dalla proiezione del Falso profilo di Lequesne, che invece tendono a migliorare in un'analisi specifica per alcuni tipi di conflitto.

La tabella VII, che rappresenta i dati ottenuti in sospetto CAM, evidenzia come la proiezione in antero-posteriore si confermi valida, specie se accompagnata dalle oblique di Lauenstein e Ducroquet. La proiezione del Falso profilo non si dimostra efficace: essa, a differenza delle altre tecniche proiettive, si rivela debole sia in sensibilità che in attendibilità diagnostica.

La tabella VIII rappresenta i dati ottenuti nel caso di conflitto PINCER: i migliori risultati sono ottenuti per la proiezione AP in ortostasi, per quanto un buon approfondimento diagnostico possa trarre spunto anche dai buoni dati ottenuti dalle due proiezioni oblique.

La tabella IX mette a confronto i dati per il conflitto di tipo MISTO. In essa si avvalorà ciò che è stato per il conflitto di tipo CAM, ma con percentuali decisamente più alte anche nella proiezione del Falso Profilo. Tale risultato è dovuto all'interessamento del comparto articolare postero-inferiore, con restringimento dello spazio tra cotile inferiore e collo femorale, nonché ad un aumento del "bumper osseo" del CAM.

Le tabelle X, XI e XII rappresentano il confronto dei casi riguardanti il conflitto Pincer: è stata dimostrata l'elevata sensibilità e specificità delle proiezioni AP in Ortostasi, la proiezione di Ducroquet e di Falso Profilo nel caso di conflitto da CORPO CALCIFICO O CARTILAGINEO; inferiori, anche se buoni, i valori riportati dalla Proiezione di Lauenstein.

In tabella XI (conflitto di tipo MISTO PRIMITIVO Pincer) tutte le proiezioni dimostrano valori molto alti; la proiezione del Falso profilo, pur essendo caratterizzata da una buona attendibilità diagnostica, non si rivela altrettanto sensibile.

La tabella XII rappresenta i dati ottenuti sul conflitto Pincer PURO (conflitto postero-superiore con il tetto acetabolare): anche qui sono evidenti valori elevati per ogni proiezione, sebbene anche in questo caso la proiezione di Falso profilo raggiunga valori inferiori.

Il motivo per cui sensibilità e attendibilità diagnostica evidenziano valori simili pur valutando caratteristiche diverse può non essere ovvio, in particolare trattando di patologia conflittuale.

L'alta sensibilità, che sia di una proiezione, di un protocollo CT o di una ricostruzione, permette di identificare il tipo di FAI, ma se le immagini non rappresentano con chiarezza le strutture anatomiche, non potendosi trarre sicure conclusioni sulle interazioni biomeccaniche del conflitto, sono caratterizzate da una scarsa attendibilità diagnostica.

Valori simili di sensibilità e attendibilità diagnostica spiegano come che nell'identificazione della patologia da 'impingement' sia necessaria una buona chiarezza anatomica, senza la quale non sarebbe possibile riconoscere correttamente il conflitto e le sue peculiarità.

Studio TC

Solo per un paziente su nove, con un quadro di conflitto misto primitivo Pincer, con interessamento del cotile sul versante postero-inferiore, è stata effettuata un'ulteriore scansione nella posizione omologa del Falso profilo di Lequesne. Questa ulteriore scansione è stata fondamentale per poter inquadrare correttamente il paziente dal punto di vista diagnostico.

Dallo studio TC si evidenzia come una condizione di stress biomeccanico, quale quella che si verifica nella posizione di Ducroquet, porti a un aumento di sensibilità ed attendibilità diagnostica.

Il protocollo a ridotto impatto dosimetrico appositamente realizzato per il presente studio, ha mostrato che nessuna significativa diminuzione della qualità diagnostica è associata alla riduzione del 23% della dose. Un corretto utilizzo di più valori di finestra ed ampiezza (WW e WL), ha permesso di compensare la diminuzione di dose preservando un buon contrasto associato alla buona risoluzione spaziale, e la buona risoluzione di contrasto ha permesso di discriminare la

natura articolare o capsulare di calcificazioni o corpi calcifici, principali attori nel processo di conflitto. L'ulteriore acquisizione 'sotto stress' ha reso evidenti le caratteristiche del "bumper" osseo presente nei conflitti di tipo CAM e PRIMITIVO Pincer ottenendo una migliore valutazione dell'impingement, inizialmente sottostimato inizialmente a causa dei limiti della metodica di prima istanza. Anche se in un solo caso, l'utilizzo in TC della posizione del Falso Profilo ha permesso di rilevare un conflitto di tipo Pincer POSTERO-INFERIORE (o MISTO PRIMITIVO Pincer POSTERO-INFERIORE).

L'apporto delle ricostruzioni MPR è rappresentato in tabella XV: esse risultano fondamentali nella visione secondo un piano para-coronale, per l'ottima visualizzazione del collo femorale in tutta la sua estensione. Per questo motivo ad esse è associata un'alta sensibilità per il conflitto di tipo CAM e di tipo MISTO (quadro sicuramente più complesso), che necessita di un preciso inquadramento spaziale. Tuttavia, per quanto concerne le MPR-SCF, in sagittale non si ha un aumento significativo del potere diagnostico.

In conclusione, a seguito di un'acquisizione volumetrica standard, è opportuno eseguire una scansione "sotto stress", che se si ricerca un conflitto di tipo CAM, MISTO o PRIMITIVO Pincer può essere attuata nella posizione di Ducroquet. Se il conflitto si estende a livello postero-inferiore può essere valutata l'opzione di un'ulteriore acquisizione nella posizione del falso profilo (figura 14). Oltre le ricostruzioni MPR standard secondo piano sagittale e coronale, si mostrano fondamentali le ricostruzioni MPR-SCF in coronale: dalla figura 13a risulta evidente come esse permettano un perfetto riadattamento della proiezione radiografica di Ducroquet ed un'ottima rappresentazione del "bumper osseo" tipico del conflitto CAM.

Le MPR-SCF sagittali costituiscono un ausilio per una miglior definizione del conflitto e consentono un interessante ed utile raffronto biomeccanico.



Figura 14: Riadattamento in CT della posizione del falso profilo di Lequesne

Ulteriori osservazioni

Osservando la figura 15 non può sfuggire la similitudine delle due sezioni TC in essa rappresentate. Ciononostante, sulla sinistra è rappresentata una sezione TC della spalla, sulla destra una ricostruzione MPR-SCF di TC d'anca eseguita secondo il piano sagittale. Questo confronto è in grado di ben evidenziare i punti in comune che hanno queste due diverse articolazioni. Lo studio dell'articolazione dell'anca, condotto sulla base dei punti in comune con l'articolazione della spalla, è appunto il risultato di uno studio dell'influenza che l'evoluzione umana ha esercitato sulle caratteristiche biomeccaniche.

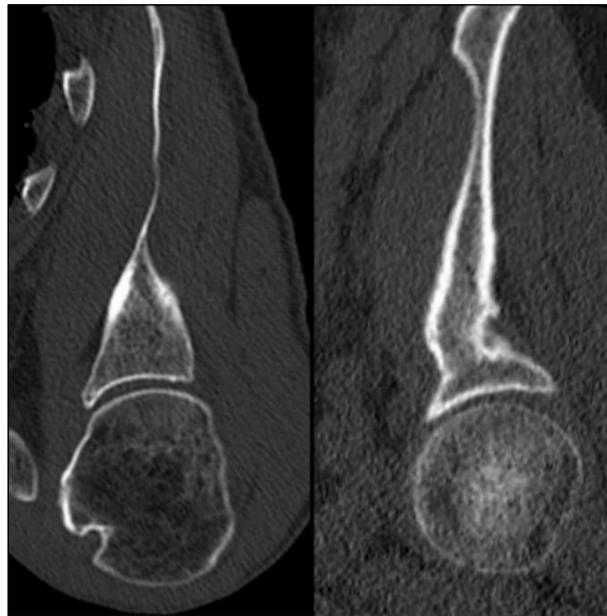


Figura 15: Nella prima immagine a sinistra possiamo osservare una sezione in CT di una spalla, nell'immagine a destra una ricostruzione MPR-SCF in sagittale di un'articolazione coxo-femorale.

Conclusioni

La proiezione antero-posteriore si dimostra essenziale come prima proiezione; riesce infatti a chiarire la condizione di impingement presente, in particolare nella condizione di tipo PINCER antero-superiore. La proiezione di Lauenstein risulta utile nell'individuare le componenti interessate dall'intrappolamento delle varie strutture capsulari tra ciglio cotiloideo e collo femorale, consentendo di discriminare tra un conflitto di tipo misto, in cui il rilievo del collo femorale risulta secondario a una reazione rispetto al ciglio cotiloideo. Tale proiezione si dimostra fondamentale, se eseguita rispettando i criteri di correttezza, poiché mostra il collo femorale nella sua estensione, esaltando o meno la presenza del "Bumper" tipico del CAM. Proiezioni oblique di anca, eseguite frequentemente nella pratica quotidiana, poiché oscurano il collo femorale sono da considerarsi scorrette ed inefficaci, in quanto possono far sottovalutare o oscurare una diagnosi. La proiezione di Ducroquet si conferma valida, per la capacità di realizzare uno stress

articolare in grado di esaltare i vizi di tipo MISTO e di evidenziare in particolare il tipo conflittuale CAM PRIMITIVO. Entrambe le proiezioni oblique consentono di discriminare la sede articolare o capsulare delle calcificazioni, capacità di discriminare che dipende anche da un buon contrasto a livello dei tessuti molli; un giusto contrasto permette anche di quantificare la densità delle calcificazioni o *corpi liberi*: le calcificazioni articolari tendono ad avere una densità simile all'osso, le calcificazioni capsulari sono caratterizzate da una densità più simile ai tessuti molli. L'importanza di evidenziare entrambi i tipi di calcificazione risiede nel fatto che possono essere implicati nella sindrome conflittuale. Piccoli traumi possono far transitare una calcificazione, in particolare quelle localizzate sotto il tetto acetabolare, dalla sede capsulare a quella articolare, inducendo quindi la condizione di impingement; le calcificazioni con localizzazione più centrale tendono invece solitamente a accelerare il processo artrosico.

Le condizioni di stress biomeccanico ottenute nel posizionamento per la proiezione di Lauenstein, in cui l'asse femorale testa-collo impegna solo parzialmente la cavità acetabolare, e per la proiezione di Ducroquet, nella quale invece tale impegno è completo, sono fondamentali per la possibilità di discriminare la natura di eventuali corpi calcifici e la loro pertinenza endoarticolare o capsulo-ligamentosa sulla base del grado di mobilità manifestato durante i movimenti di abduzione e adduzione effettuati per ottenere la proiezione.

Nei due casi in cui il sospetto clinico di patologia conflittuale non era ancora avvalorato da indagine strumentale il contributo dato queste due proiezioni è stato fondamentale: le loro peculiarità di posizionamento hanno reso possibile diagnosticare una condizione di impingement di tipo PINCER, localizzando una calcificazione e il suo movimento coerente con la biomeccanica articolare. La proiezione del Falso profilo si dimostra fondamentale nel rilevamento della sindrome da impingement da osteofita calcifico, corpo libero cartilagineo o calcificazione articolare, come avviene nella sindrome da impingement di spalla dovuta a corpo libero. Inoltre, con la proiezione AP in ortostasi si identifica la sindrome da conflitto ischio-cruale.

In tabella XVI sono riportati alcuni protocolli che, alla luce delle considerazioni e dei dati ottenuti, si rivelano più efficaci nella diagnosi del relativo tipo di patologia.

La prima parte dello studio mostra l'importanza, da parte del TSRM, di una consapevolezza tecnica, esposimetrica e biomeccanica, nell'impiego delle posizioni radiografiche da utilizzare. Il dialogo e la comunicazione con il paziente si sono mostrati fondamentali in tutto il percorso di questo progetto, infatti nei due casi riportati di solo "sospetto" conflittuale, capendo e ascoltando i pazienti, è stato possibile indirizzare i pazienti verso il più corretto percorso tecnico-diagnostico e clinico; risultato ancora più importante, si è dimostrato che un buon protocollo di indagine diagnostica è in grado di rilevare la patologia in uno stadio pre-clinico o comunque pauci-sintomatico, indirizzando verso corrette preziose pratiche fisioterapiche preventive.

Le quattro posizioni usate nello studio, ovvero la proiezione AP in ortostasi, il falso profilo di Lequesne, l'obliqua di Lauenstein e la Ducroquet hanno permesso la standardizzazione di un *protocollo operativo per la diagnosi e differenziazione dei tipi di impingement*.

Conflitto	Protocollo
CAM	AP in Ortostasi, Lauenstein, Ducroquet
PINCER PURO	AP in Ortostasi, Lauenstein, Ducroquet e *Falso profilo
MISTO	AP in Ortostasi, Lauenstein, Ducroquet e Falso profilo
CORPO LIBERO	AP in Ortostasi, Lauenstein, Ducroquet e Falso profilo
ENTESOPATIA DA FASCIA LATA	AP in Ortostasi, Lauenstein
MISTO PRIMITIVO PINCER	AP in Ortostasi, Lauenstein, Ducroquet e *Falso profilo

Tabella XVI: Protocollo Proiettivo suggerito nelle differenti tipologie di conflitto.

(* La proiezione del Falso Profilo di Lequesne nelle tipologie di conflitto elencate arricchisce il contenuto diagnostico dell'indagine senza tuttavia dimostrarsi discriminante nella definizione del conflitto stesso.)

Ogni protocollo individua le specifiche proiezioni da utilizzare. Il medico radiologo orienterà l'approfondimento dell'indagine per giungere alla diagnosi del tipo di impingement.

La TC mette in luce inoltre importanti differenze tra l'impingement di spalla e quello di anca, perché nel solo FAI sono osservabili alterazioni osteo-strutturali, non evidenziabili nell'impingement anteriore dell'articolazione scapolo-omerale. Nell'impingement di spalla la metodica di seconda istanza è la RM. Nel conflitto d'anca è la TC che si conferma come metodica di seconda istanza: i risultati dell'acquisizione in posizione "sotto stress" hanno consentito di stimare e studiare spazialmente il conflitto specifico. Ricostruzioni MPR para-coronali rispetto al collo femorale, si mostrano utilissime ad arricchire il contenuto diagnostico delle acquisizioni. Conflitti particolarmente complessi, come nell'impingement in sede cotiloidea postero-inferiore, trovano efficace documentazione diagnostica, in un'ulteriore acquisizione nella posizione del falso profilo di Lequesne. Quest'ultima suggerisce ricostruzioni MPR para-sagittali rispetto all'asse maggiore del collo femorale. Visto l'unico caso esaminato dallo studio, è possibile solo consigliare acquisizioni TC nella posizione del falso profilo, con ricostruzioni para-sagittali che consentano una buona dimostrazione del conflitto in sede postero-inferiore.

Il paragone tra spalla e anca che è stato affrontato in sede di discussione dei dati, supportato dalla figura 15, è una conferma della bontà dell'intero progetto. Le MPR-SCF si sono dimostrate di alta efficienza ed hanno apportato un alto contributo diagnostico, anche perché sono state eseguite rispetto all'asse maggiore del collo femorale, sede di nascita dell'impingement di tipo CAM.

Gli approfondimenti di biomeccanica applicati alle scienze tecniche proiettive, hanno permesso di concludere che uno squilibrio nella distribuzione delle leve del nostro sistema articolare coxo-femorale, crea la formazione di piccole calcificazioni capsulari o articolari. L'effetto generato da queste, in zona cotiloidea superiore o inferiore, può portare a un conflitto di tipo PINCER. Talvolta la posizione del quadrupede può essere assunta in modo inconsapevole (per esempio

scavalcando un ostacolo, salendo delle scale o altro); essa, nella condizione descritta, è causa di costanti piccoli traumatismi della testa e dei 2/3 del collo femorale contro la cavità acetabolare. La reazione periostale ("bumper osseo") che ne consegue porta alla formazione del cosiddetto impingement di tipo CAM. La ripetuta interazione tra i due tipi di conflitto (PINCER e CAM) genera il conflitto di tipo MISTO che racchiude in sé gli aspetti peggiori di entrambi.

Lo scopo etico che questo studio si poneva ha trovato piena soddisfazione. Il decreto legislativo 187/2000, che regola l'uso delle radiazioni ionizzanti prevede la validazione delle procedure radiodiagnostiche nel principio di giustificazione; esso prevede che il beneficio derivante dalla procedura debba superare il rischio di eventuali conseguenze dannose da esposizione radiogena. In pieno accordo al Decreto Legislativo, i risultati dello studio mostrano che è possibile impostare per i pazienti strategie terapeutiche alternative all'impianto protesico e prevenire l'insorgenza di analoghi problemi all'arto controlaterale: l'articolazione affetta da patologia causa all'articolazione controlaterale uno squilibrio biomeccanico dei carichi, a sua volta possibile causa di conflitto, candidando anch'essa all'impianto protesico.

La dimostrazione che la proiezione 'frog legs' non solo non è adatta, ma può nascondere o sottostimare gli aspetti radiologici connessi alla patologia conflittuale, ha portato alla stesura di un protocollo adeguato, in grado di limitare il numero di accertamenti: da quelli necessari tra la diagnosi ed il successivo intervento a quelli di controllo, durante il follow-up successivo all'impianto protesico, risparmiando inoltre anche la dose necessaria ad indagare la possibile patologia controlaterale. Tale vantaggio radio-protezionistico, pur fondamentale, è associato a importanti considerazioni circa il minor impatto economico che dovrebbe essere sopportato dalle Aziende Sanitarie nel provvedere a un numero inferiore di malati cronici, e che comunque dovrebbero rispondere alle esigenze dei pazienti in condizioni di gravità inferiore e con minori necessità di indagini radiologiche e terapie.

L'eziologia dell'impingement di anca è utile per comprendere come ad ogni singola proiezione impiegata sia associato un preciso significato biomeccanico.

È stata accertata l'importanza della TC come metodica d'indagine di seconda istanza, in virtù delle sue possibilità di localizzare con precisione e discriminare in base alla loro densità differenti tipi di calcificazione, distinguendo tra quelle di pertinenza capsulare da quelle di pertinenza articolare. Inoltre, le sue migliori possibilità di indagine sul tessuto osseo rispetto ad altre metodiche, tra cui la RM, anche grazie alla sua migliore risoluzione spaziale, permettono analisi più approfondite anche per la diagnosi di necrosi asettica.

In base a quanto mostrato, emerge che le indagini previste dal presente protocollo diagnostico sono solo l'inizio di un nuovo percorso di rieducazione posturale: lo stesso team di fisioterapisti che hanno coadiuvato il team di lavoro nel training propedeutico allo studio si occuperà dei pazienti che hanno partecipato al progetto, instradandoli verso un percorso terapeutico differenziato per tipologia conflittuale.

I pazienti verranno quindi liberati o potranno vedere alleviate le conseguenze di un'insidiosa patologia, non di rado confusa con la coxartrosi, e invece da mantenersi ben distinta.

Riferimenti bibliografici

- [1] Albissini U., Battaglia M., (1998). *Le proiezioni radiografiche dell'apparato muscolo scheletrico*, Timeo Editore.
- [2] Aydıngöz, Ü., Özdemir, Z. M., & Ergen, F. B. (2014). Demystifying ABER (ABduction and External Rotation) sequence in shoulder MR arthrography. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 20(6), 507-510. <http://doi.org/10.5152/dir.2014.14117>.
- [3] Aliprandi, A., & Balzarini, L. (2011). La diagnostica per immagini nell'instabilità della spalla. *Lo Scalpello-Otodi Educational*, 25(2), 101-104.
- [4] Chakraverty, J. K., Sullivan, C., Gan, C., Narayanaswamy, S., & Kamath, S. (2013). Cam and pincer femoroacetabular impingement: CT findings of features resembling femoroacetabular impingement in a young population without symptoms. *American Journal of Roentgenology*, 200(2), 389-395.
- [5] Dall'Oca, C., Maluta, T., Micheloni, GM, Romeo, T., Zambito, A., Malagò, R., & Magnam, B. (2014). Impingement femoroacetabolare: considerazioni biomeccaniche e dinamiche. *Acta Bio Medica Atenei Parmensis*, 85(2), 46-51.
- [6] Ergen, F. B., Vudalı, S., Şanverdi, E., Dolgun, A., & Aydıngöz, Ü. (2014). CT assessment of asymptomatic hip joints for the background of femoroacetabular impingement morphology. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 20(3), 271.
- [7] Ganz, R., Parvizi, J., Beck, M., Leunig, M., Nötzli, H., & Siebenrock, K. A. (2003). Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 417, 112-120.
- [8] Giori, N. J., & Trousdale, R. T. (2003). Acetabular retroversion is associated with osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 417, 263-269.
- [9] Harris, W. H. (1986). Etiology of osteoarthritis of the hip. *Clinical orthopaedics and related research*, (213), 20-33.
- [10] Kapandji A.I., (2011). *Anatomia funzionale*, arto inferiore, 6° Edizione Malone, Monduzzi Editore.
- [11] Imam, S., & Khanduja, V. (2011). Current concepts in the diagnosis and management of femoroacetabular impingement. *International orthopaedics*, 35(10), 1427.
- [12] Jäger, M., Wild, A., Westhoff, B., & Krauspe, R. (2004). Femoroacetabular impingement caused by a femoral osseous head-neck bump deformity: clinical, radiological, and experimental results. *Journal of Orthopaedic Science*, 9(3), 256-263.
- [13] Marín-Peña, Ó. (Ed.). (2012). *Femoroacetabular impingement*. Springer Science & Business Media.
- [14] Pozzi, G., Lanza, E., Parra, C. G., Merli, I., Sconfienza, L. M., & Zerbi, A. (2017). Incidence of greater trochanteric pain syndrome in patients suspected for femoroacetabular impingement evaluated using magnetic resonance arthrography of the hip. *La radiologia medica*, 122(3), 208-214.
- [15] Pun, S., Kumar, D., & Lane, NE (2015). Impatto femoro-acetabolare. *Artrite e reumatologia (Hoboken, NJ)*, 67(1), 17-27. <http://doi.org/10.1002/art.38887>
- [16] Ruosi, C., Loffredo, A., Santoro, G., & Misasi, M. (2003). Anatomia e malattie degenerative dell'anca. *Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia*, 29.

[17] Sutura, R., Candela, F., Iovane, A., & Peritore, G. (2011). DIAGNOSTICA PER IMMAGINI NELL'IMPINGEMENT FEMORO-ACETABOLARE NELLO SPORTIVO. In *10° Congresso Mediterraneo di Medicina dello Sport-Medicina nello Sport vs Medicina dello Sport* (pp. 137-145). Societa mediterranea di medicina dello sport.

[18] <https://www.raffaellosutura.it/userfiles/files/pubblicazioni/28.pdf>

Note di chiusura

¹ Dall'Oca, C., Maluta, T., Micheloni, GM, Romeo, T., Zambito, A., Malagò, R., Magnam, B. (2014). Impingement femoro-acetabolare: considerazioni biomeccaniche e dinamiche. *Acta Bio Medica Atenei Parmensis*, 85 (2), 46-51.

² Ganz, R., Parvizi, J., Beck, M., Leunig, M., Nötzli, H., & Siebenrock, K. A. (2003). Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 417, 112-120.

³ Imam, S., & Khanduja, V. (2011). Current concepts in the diagnosis and management of femoroacetabular impingement. *International orthopaedics*, 35(10), 1427.

⁴ Sutura, R., Candela, F., Iovane, A., & Peritore, G. (2011). DIAGNOSTICA PER IMMAGINI NELL'IMPINGEMENT FEMORO-ACETABOLARE NELLO SPORTIVO. In *10° Congresso Mediterraneo di Medicina dello Sport-Medicina nello Sport vs Medicina dello Sport* (pp. 137-145). Societa mediterranea di medicina dello sport.
<https://www.raffaellosutura.it/userfiles/files/pubblicazioni/28.pdf>

⁵ Harris, W. H. (1986). Etiology of osteoarthritis of the hip. *Clinical orthopaedics and related research*, (213), 20-33.

⁶ Ruosi, C., Loffredo, A., Santoro, G., & Misasi, M. (2003). Anatomia e malattie degenerative dell'anca. *Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia*, 29.

⁷ Jäger, M., Wild, A., Westhoff, B., & Krauspe, R. (2004). Femoroacetabular impingement caused by a femoral osseous head-neck bump deformity: clinical, radiological, and experimental results. *Journal of Orthopaedic Science*, 9(3), 256-263.

⁸ Giori, N. J., & Trousdale, R. T. (2003). Acetabular retroversion is associated with osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 417, 263-269.

⁹ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4280287/>

¹⁰ Si ringrazia sentitamente la Dottoressa Mariella Agresti, coordinatrice del servizio di riabilitazione dell'ospedale di Pistoia (ESTSR CENTRO)

¹¹ Mascarenhas, V. V., Rego, P., Dantas, P., Castro, M., Jans, L., Marques, R. M., ... & Consciência, J. G. (2018). Hip shape is symmetric, non-dependent on limb dominance and gender-specific: implications for femoroacetabular impingement. A 3D CT analysis in asymptomatic subjects. *European radiology*, 28(4), 1609-1624.

¹² Polesello, G. C., Queiroz, M. C., Ono, N. K., Honda, E. K., Guimarães, R. P., & Junior, W. R. (2009). Tratamento artroscópico do impacto femoroacetabular Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 44(3), 230-238.

- ¹³ Kapandji A.I., (2011). *Anatomia funzionale, arto inferiore*, 6° Edizione Malone – Monduzzi Editore
- ¹⁴ Pozzi, G., Lanza, E., Parra, C. G., Merli, I., Sconfienza, L. M., & Zerbi, A. (2017). Incidence of greater trochanteric pain syndrome in patients suspected for femoroacetabular impingement evaluated using magnetic resonance arthrography of the hip. *La radiologia medica*, 122(3), 208-214.
- ¹⁵ KAPANDJI A.I., op. cit.
- ¹⁶ Albissini U, Battaglia M, (1998). *Le proiezioni radiografiche dell'apparato muscolo scheletrico*. Timeo Editore.
- ¹⁷ Chakraverty, J. K., Sullivan, C., Gan, C., Narayanaswamy, S., Kamath, S. (2013). Cam and pincer femoroacetabular impingement: CT findings of features resembling femoroacetabular impingement in a young population without symptoms. *American Journal of Roentgenology*, 200(2), 389-395.
- ¹⁸ Ergen, F. B., Vudalı, S., Şanverdi, E., Dolgun, A., & Aydıngöz, Ü. (2014). CT assessment of asymptomatic hip joints for the background of femoroacetabular impingement morphology. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 20(3), 271.
- ¹⁹ Marín-Peña, Ó., *Femoroacetabular Impingement*, Springer, 2012.
- ²⁰ Aydıngöz, Ü., Özdemir, Z. M., & Ergen, F. B. (2014). Demystifying ABER (ABduction and External Rotation) sequence in shoulder MR arthrography. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 20(6), 507-510. <http://doi.org/10.5152/dir.2014.14117>
- ²¹ Aliprandi A., Balzarini L., La diagnostica per immagini nell'instabilità della spalla, July 2011, Volume 25, pp 101-104
- ²² Sutura R., op. cit.