



**SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA - ROMAGNA**  
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna  
Istituto di Ricovero e cura a carattere scientifico



# **Presentazione del Laboratorio di Tecnologia Medica dell'Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna**

## **INFORMAZIONI GENERALI sul laboratorio**

La struttura Complessa denominata *Laboratorio di Tecnologia Medica*, fa parte del Dipartimento Patologie Ortopediche-Traumatologiche Specialistiche di ricerca “Codivilla-Putti” dell’Istituto Ortopedico Rizzoli in Bologna.

La mission del Laboratorio di Tecnologia Medica (LTM) è lo sviluppo, il trasferimento alla pratica clinica e la valutazione della sicurezza ed efficacia di nuove tecnologie per la diagnosi, prognosi e trattamento delle malattie dell’apparato muscoloscheletrico.

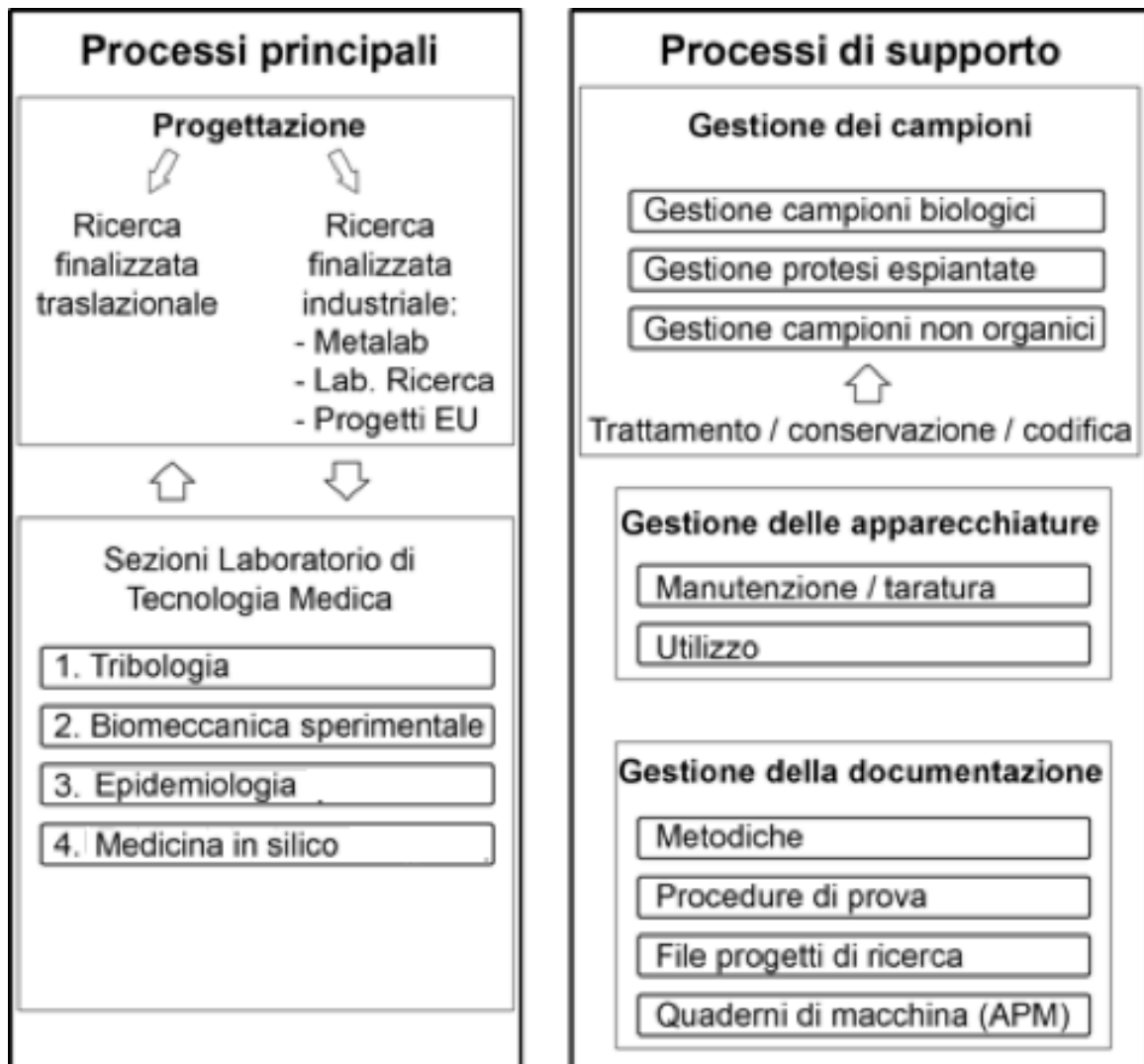
La vision del laboratorio è di combinare ricerca di base, ricerca applicata, traslazione alla pratica clinica e sorveglianza post-marketing in un circolo virtuoso che porti ad una sostanziale riduzione del carico di malattia associato all’apparato muscoloscheletrico nel nostro paese attraverso l’adozione di tecnologie innovative.

Lo staff del Laboratorio di Tecnologia Medica è composto da personale di ricerca, e personale di supporto alla ricerca. Tale staff è formato da un nucleo di personale strutturato, assunto a tempo indeterminato, e da personale assunto a tempo determinato, inquadrato in un percorso di “tenure track” che prevede la progressione in carriera a fronte del raggiungimento di obiettivi di prestazione fissati a livello nazionale per gli istituti di ricovero e cura a carattere scientifico. Il personale è organizzato secondo l’organigramma sotto riportato, e le sue funzioni sono dettagliate nella sezione relativa. Il profilo professionale dello staff è accessibile al pubblico ed agli utenti sul sito web istituzionale all’indirizzo: <http://www.ior.it/tecno/>.

## **ATTIVITA’ DI RICERCA**

Il Laboratorio di Tecnologia Medica svolge primariamente attività di ricerca, e secondariamente attività di formazione e supporto all’attività assistenziale dell’ente. Inoltre, i ricercatori del laboratorio svolgono anche attività riguardanti l’eccellenza scientifica, ovvero attività solitamente non finanziate ma che sono ritenute necessarie ad assicurare il prestigio e la visibilità scientifica proprie di un centro di eccellenza.

Il diagramma di flusso che segue chiarisce quanto espresso:



Come si evince dal precedente grafico, il Laboratorio è organizzato in quattro unità interne di ricerca, ognuna delle quali è coordinata da un ricercatore senior:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Tribologia                | (Coordinatore: Dr. Saverio Affatato);      |
| 2. Biomeccanica sperimentale | (Coordinatore: Ing. Massimiliano Baleani); |
| 3. Epidemiologia             | (Coordinatrice: Dr.ssa Barbara Bordini)    |
| 4. Medicina in silico        | (Coordinatore: Dr. Fabio Baruffaldi)       |

## **Tribologia**

La tribologia è la scienza che studia il comportamento di due superfici che interagiscono tra loro con un moto relativo. Questo termine deriva dal greco parola " tribos " e significa "scienza della sfregamento". In particolare, la Tribologia è sostanzialmente la scienza e la tecnologia delle interazioni superficiali tra organi in moto relativo. In essa confluiscono argomenti di studio compresi in discipline diverse, quali fenomeni di attrito, teoria e tecnica della lubrificazione, studio e impiego dei lubrificanti, teorie microscopiche e macroscopiche dell'usura, studi e impiego di materiali resistenti all'usura.

In particolare, l'attrito entra in gioco nei processi produttivi ed influenza forze, potenze, in gioco, consumi e qualità dei pezzi. L'usura modifica le superfici e geometrie degli stampi e utensili determinando la costanza e qualità delle geometrie prodotte. Infine la lubrificazione nei processi produttivi è fondamentale sia nelle operazioni di lavorazione che nel funzionamento delle macchine.

Nel campo ortopedico, l'usura delle protesi è un problema clinico significativo che coinvolge, oggi, un numero troppo elevato di pazienti.

Nella sostituzione totale d'anca e/o di ginocchio, il miglioramento della qualità e dei risultati nei pazienti richiede un'attenta valutazione dei dati clinici disponibili, al fine di poter valutare appieno i punti di forza e i punti deboli esistenti. Ogni anno viene eseguito oltre un milione di artroprotesi di ginocchio e d'anca, Questo implica che gli impianti e i materiali impiegati dovranno essere altamente qualitativi, in particolare per quanto riguarda la resistenza all'usura. L'artroprotesi totale delle articolazioni deve basarsi sulle prove cliniche per poter ottenere i migliori risultati possibili.

A tal proposito, il gruppo di ricerca di tribologia conduce ricerche di base ed industriali utilizzando dei simulatori di usura. In questo modo sono utilizzati dei protocolli che permettono di replicare/simulare condizioni particolarmente estreme, stabilendo così i limiti delle prestazioni per il materiale.

Esistono varie relazioni sui tassi di usura nelle combinazioni ceramica/polietilene vs. metallo/polietilene. I polietilene reticolati hanno ottenuto buoni risultati in entrambe le combinazioni. Indubbiamente la rugosità superficiale di un materiale è indice di un buon comportamento ad usura o meno. La rugosità è inferiore nella ceramica rispetto al metallo e con gli accoppiamenti ceramica/ceramica si ottiene il minimo tasso di usura.

La sezione di Tribologia esegue prove di usura su dispositivi medici sia per anca che per ginocchio su accoppiamenti di differenti materiali protesici quali:

- ceramica su ceramica;
- metallo su metallo;
- metallo su polietilene;
- ceramica su polietilene.

Si possono eseguire test anche su altri dispositivi medici (caviglia, spalla, etc.) previa contrattazione del protocollo.

Il gruppo di Tribologia ha partecipato, in qualità di partner, a numerosi progetti Nazionali ed Europei. Va enfatizzato in particolare la partecipazione a:

- BIOKER, GROWTH 2000, Contract n° G5RD-2000-00483.
- NANOKER, INTEGRATED PROJECT, Contract n° FP6-515784-2.
- COST ACTION 533 (2006-2010).
- COST ACTION NEWGEN MP1201 (2013-2017).
- TEMPUS project WIMB, Contract no. 543898-TEMPUS-1-2013-1-ES-TEMPUS-JPHES (2013-2016). <http://www.wimb.fink.rs>
- POR-FESR EMILIA ROMAGNA 2014-2020

### **Pubblicazioni salienti del gruppo di Tribologia:**

Preliminary results of the tribological performance of new modular temporary knee spacer antibiotic-impregnated	Affatato, S., Foroni, F., Merola, M., Baldacci, F.	2019 Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 95, pp. 205-209
Tribological performances of total knee prostheses: Roughness measurements on medial and lateral compartments of retrieved femoral components	Affatato, S., Merola, M., Ruggiero, A.	2019 Measurement: Journal of the International Measurement Confederation 135, pp. 341-347
Materials for hip prostheses: A review of wear and loading considerations <a href="#">Open Access</a>	Merola, M., Affatato, S.	2019 Materials 12(3),495
Does the Hirsch Index improve research quality in the field of biomaterials? A new perspective in the biomedical research field <a href="#">Open Access</a>	Affatato, S., Merola, M.	2018 Materials 11(10),1967
Degradation phenomena occurring in the conical taper of a short-term retrieved ZTA femoral head: A case study	Rondinella, A., Marin, E., Boschetto, F., (...), Tateiwa, T., Pezzotti, G.	2018 Materials and Design 157, pp. 362-370
Development of a novel in silico model to investigate the influence of radial clearance on the acetabular cup contact pressure in hip implants <a href="#">Open Access</a>	Affatato, S., Merola, M., Ruggiero, A.	2018 Materials 11(8),1282
Towards wear testing of high demanding daily activities on total hip replacement: preliminary results	Affatato, S.	2018 Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering 40(5),260
Finite element simulations of hard-on-soft hip joint prosthesis accounting for dynamic loads calculated from a Musculoskeletal model during walking <a href="#">Open Access</a>	Ruggiero, A., Merola, M., Affatato, S.	2018 Materials 11(4),574
Uncertainty determination for X-ray computed tomography wear assessment of polyethylene hip joint prostheses	Zanini, F., Carmignato, S., Savio, E., Affatato, S.	2018 Precision Engineering 52, pp. 477-483
On the biotribology of total knee replacement: a new roughness measurements protocol on in vivo condyles considering the dynamic loading from musculoskeletal multibody model	Ruggiero, A., Merola, M., Affatato, S.	2017 Measurement: Journal of the International Measurement Confederation 112, pp. 22-28

Ulteriori approfondimenti sono disponibili al link: [www.pubmed.org](http://www.pubmed.org) -  
[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - [affatato s.](mailto:affatato.s)

## **Biomeccanica sperimentale**

Il gruppo di Biomeccanica Sperimentale studia il comportamento meccanico dei tessuti del sistema muscoloscheletrico e dei biomateriali usati in campo ortopedico. Collabora con chirurghi ortopedici per eseguire studi sperimentali finalizzati all'ottimizzazione di tecniche chirurgiche ricostruttive. In quest'ambito esegue studi comparativi di valutazione della resistenza meccanica di diverse tecniche di riparazione dei tessuti o segmenti ossei, simulando scenari di carico fisiologici.

Le prove sono eseguite secondo le norme internazionali pertinenti, qualora esistano, o secondo protocolli di prova appositamente sviluppati per eseguire le misure d'interesse.

Il medesimo approccio è seguito per la validazione preclinica dei dispositivi protesici impiantabili. Il gruppo possiede anche le competenze per condurre analisi su dispositivi protesici espuntati finalizzate a studiare specifiche modalità di danneggiamento correlate con un particolare disegno protesico.

Il gruppo collabora con l'unità di Biomeccanica Computazionale nell'esecuzione di studi mirati alla validazione dei modelli numerici.

### **Pubblicazioni salienti del gruppo di Biomeccanica Sperimentale:**

#### *Tessuti del sistema muscoloscheletrico e biomateriali*

- Ajaxon, I., Acciaioli, A., Lionello, G., Ginebra, M.-P., Öhman-Mägi, C., Baleani, M., Persson, C. Elastic properties and strain-to-crack-initiation of calcium phosphate bone cements: Revelations of a high-resolution measurement technique. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2017;74,428-437
- Öhman, C., Baleani, M., Pani, C., Taddei, F., Alberghini, M., Viceconti, M., Manfrini, M. Compressive behaviour of child and adult cortical bone. *Bone*. 2011;49(4),769-776
- Baleani, M., Persson, C., Zolezzi, C., Andollina, A., Borrelli, A.M., Tigani, D. Biological and Biomechanical Effects of Vancomycin and Meropenem in Acrylic Bone Cement. *Journal of Arthroplasty*. 2008;23(8),1232-1238

#### *Tecniche ricostruttive*

- Dozza, B., Salamanna, F., Baleani, M., Giavaresi, G., Parrilli, A., Zani, L., Lucarelli, E., Martini, L., Fini, M., Donati, D.M. Nonunion fracture healing: Evaluation of effectiveness of demineralized bone matrix and mesenchymal stem cells in a novel sheep bone nonunion model. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 2018;12(9),1972-1985
- Baleani, M., Francesconi, D., Zani, L., Giannini, S., Snyder, S.J. Suprapectoral biceps tenodesis: A biomechanical comparison of a new "soft anchor" tenodesis technique versus interference screw biceps tendon fixation. *Clinical Biomechanics*. 2015;30(2),188-194
- Baleani, M., Öhman, C., Guandalini, L., Rotini, R., Giavaresi, G., Traina, F., Viceconti, M. Comparative study of different tendon grasping techniques for arthroscopic repair of the rotator cuff. *Clinical Biomechanics*. 2006;21(8),799-803

#### *Metodi sperimentali*

- Acciaioli, A., Lionello, G., Baleani, M. Experimentally achievable accuracy using a digital image correlation technique in measuring small-magnitude (<0.1%) homogeneous strain fields. *Materials*. 2018;11(5),751
- Lionello, G., Sirieix, C., Baleani, M. An effective procedure to create a speckle pattern on biological soft tissue for digital image correlation measurements. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2014;39,1-8
- Öhman, C., Baleani, M., Perilli, E., Dall'Ara, E., Tassani, S., Baruffaldi, F., Viceconti, M. Mechanical testing of cancellous bone from the femoral head: Experimental errors due to off-axis measurements. *Journal of Biomechanics*. 2007;40(11),2426-2433

#### *Dispositivi protesici*

- Baleani, M., Erani, P., Acciaioli, A., Toni, A. In vitro comparative study of fretting-corrosion resistance of Ti6Al4V and Co28Cr6Mo in a taper joint subjected to high bending moment. *Corrosion*. 2017;72(12),1520-1529

- Baleani, M., Erani, P., Bordini, B., Zuccheri, F., Makosa, M.K., De Pasquale, D., Beraudi, A., Stea, S. In vivo damage of the head-neck junction in hard-on-hard total hip replacements: Effect of femoral head size, metal combination, and 12/14 taper design. *Materials*. 2017;10(7),733
- Baleani, M., Traina, F., Toni, A. The mechanical behaviour of a pre-formed hip spacer. *Hip International*. 2013;13(3),159-162

## **Epidemiologia**

La valutazione epidemiologica e la sorveglianza post-marketing dei dispositivi medici ortopedici si realizza mediante il Registro dell'Implantologia Protesica Ortopedica (RIPO) ed il Registro degli espunti (REPO).

Il Registro Implantologia Protesica Ortopedica (R.I.P.O.) iniziato negli Istituti Ortopedici Rizzoli nel 1990, coinvolge tutte le 60 Unità di Chirurgia Ortopedica presenti sul territorio regionale dell'Emilia Romagna (4 milioni di abitanti ca.) che lo aggiornano costantemente dal Gennaio del 2000.

Al 31 Dicembre del 2018 il Registro ha raccolto dati per circa:

- 125.000 protesi totali d'anca (di cui 18.000 revisioni e 45.000 protesi parziali);
- circa 100.000 artroprotesi di ginocchio (di cui 8.000 revisioni);
- circa 6.000 protesi di spalla.

La copertura del Registro supera il 95% degli interventi effettuati in Regione, garantendo in tal modo l'affidabilità delle analisi condotte sul database.

Le variabili registrate sono il lato di intervento, la causa di impianto o di revisione, la via di accesso chirurgica, le complicazioni in corso di ricovero, il produttore, il codice prodotto il lotto di produzione di ogni singola componente della protesi impiantata. L'end-point è rappresentato dalla revisione anche di una singola componente.

In tal modo vengono monitorati più di 100 diverse tipologie di protesi d'anca e 80 di ginocchio in commercio per valutare la riuscita dell'intervento.

Il Registro collabora con i clinici ortopedici e con gli Enti di governo regionale nella impostazione di studi osservazionali, nella valutazione di protesi articolari o tecniche innovative. È inoltre in grado di identificare in tempo reale i pazienti cui fosse stata impiantata una protesi articolare che, in base a richiami effettuati dal Ministero della Salute o dalle ditte produttrici, dovesse essere considerata a rischio di fallimento precoce. In tale evenienza i chirurghi ortopedici possono essere messi in condizione di attivare prontamente tutte le misure necessarie per la tutela della salute del paziente.

Il Registro è finanziato dall'Assessorato Sanità e Politiche Sociali della Regione Emilia-Romagna.

Il REPO raccoglie, classifica ed analizza i dispositivi medici espunti presso l'Istituto Rizzoli al fine di permettere studi per la sorveglianza post-marketing dei dispositivi stessi. Nel corso di 18 anni di attività sono stati raccolti oltre 4000 dispositivi, in larga maggioranza protesi d'anca e di ginocchio. I dispositivi coinvolti in segnalazioni di incidenti al Ministero della Salute vengono conservati e resi disponibili alle autorità, al fabbricante e al paziente secondo procedure aziendali.

### **Pubblicazioni salienti del gruppo di Epidemiologia**

- Bordini B, Stea S, Castagnini F, Busanelli L, Giardina F, Toni A. The influence of bearing surfaces on periprosthetic hip infections: analysis of thirty nine thousand, two hundred and six cementless total hip arthroplasties. *Int Orthop*. 2019 Jan;43(1):103-109. doi: 10.1007/s00264-018-4097-2. Epub 2018 Aug 11. PubMed PMID: 30099642.
- Giardina F, Castagnini F, Stea S, Bordini B, Montalti M, Toni A. Short Stems Versus Conventional Stems in Cementless Total Hip Arthroplasty: A Long-Term Registry Study. *J Arthroplasty*. 2018 Jan 11. pii: S0883-5403(18)30013-5. doi:10.1016/j.arth.2018.01.005. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 29395723.

- Porcellini G, Combi A, Merolla G, Bordini B, Stea S, Zanoli G, Paladini P. The experience of the RIPO, a shoulder prosthesis registry with 6-year follow-up. *Musculoskelet Surg.* 2017 Dec 4. doi: 10.1007/s12306-017-0529-1. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 29204822.
- Boyer B, Bordini B, Caputo D, Neri T, Stea S, Toni A. Is Cross-Linked Polyethylene an Improvement Over Conventional Ultra-High Molecular Weight Polyethylene in Total Knee Arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2018 Mar;33(3):908-914. doi: 10.1016/j.arth.2017.10.005. Epub 2017 Oct 10. PubMed PMID: 29089224.
- Castagnini F, Sudanese A, Bordini B, Tassinari E, Stea S, Toni A. Total Knee Replacement in Young Patients: Survival and Causes of Revision in a Registry Population. *J Arthroplasty.* 2017 Nov;32(11):3368-3372. doi: 10.1016/j.arth.2017.05.052. Epub 2017 Jun 8. PubMed PMID: 28655567.

## Medicina in silico

L'unità di Medicina *in silico* sviluppa metodi ed applicazioni innovative delle tecnologie di modellazione e simulazione computerizzata alla risoluzione di problemi clinici relativi alle malattie neuromuscoloscheletriche. Il termine "in silico" deriva dai i metodi di ricerca biomedica: la ricerca su esseri viventi (sperimentazione animale o sperimentazione clinica) si indica con il termine *in vivo*; per quella su organi o tessuti da cadavere si usa il termine *ex vivo*; per quella fatta su cellule o tessuti in provetta si usa il termine *in vitro*. Per analogia la ricerca fatta con simulazioni computerizzate si indica come *in silico* con riferimento al silicio che forma i microprocessori.

Esistono due tipi di medicina in silico: Paziente In Silico e Trials In Silico. I Paziente In Silico sono modelli computerizzati di singoli pazienti sono costruiti a partire da dati di quel paziente ottenuti mediante osservazione clinica, diagnostica per immagini, strumentazione biomedica, esami di laboratorio o metodi di sequencing molecolare. Il modello risultante è in grado di predire una quantità che è difficile o impossibile da misurare direttamente, ma che quando disponibile può supportare la decisione medica su quel paziente, che sia essa di diagnosi, prognosi, o trattamento.

I Trials in Silico sono collezioni di modelli, ciascuno che descrive un paziente (fisico o virtuale). Questi modelli predicono la progressione della malattia, e come questa progressione viene cambiata dal trattamento con un nuovo farmaco o nuovo dispositivo medico, al fine di predire la sicurezza e/o l'efficacia di questo nuovo trattamento, prima che sia commercializzato. Le tecnologie di Trials In Silico sono utilizzate principalmente nella fase di sviluppo e progettazione dei prodotti medici, e nel loro processo regolatorio.

Lavoriamo in stretta collaborazione con divisioni cliniche presso L'Istituto Ortopedico Rizzoli e presso altri ospedali di ricerca Europei per la validazione clinica dei nostri modelli, e con le altre unità del Laboratorio di Tecnologia Medica per lo sviluppo di esperimenti finalizzati alla validazione pre-clinica dei modelli.

Sono attualmente attive quattro linee di ricerca:

### 1) *Verifica, Validazione, e Quantificazione dell'Incertezza di Tecnologie In Silico*

Questa è una linea di ricerca metodologica e traslazionale dove esploriamo gli approcci più efficaci per stabilire la credibilità dei modelli In Silico, e perseguiamo la qualifica regolatoria di questi metodi.

### 2) *Predizione della resistenza biomeccanica delle ossa a partire da dati TAC*

Questa tecnologia può essere impiegata per determinare il rischio di frattura ossea in pazienti affetti da osteoporosi, in presenza di ricostruzioni massive, o quando sono presenti lesioni tumorali osteolitiche. Inoltre, è possibile costruire corti virtuali su cui valutare l'efficacia di nuove terapie contro l'osteoporosi. La stessa tecnologia può essere adattata per analizzare in maniera non invasiva la resistenza delle ossa lunghe di un topo a partire da dati microTAC in vivo, sempre per valutare longitudinalmente l'effetto di nuovi trattamenti ma in fase preclinica.

### 3) *Diagnosi differenziale della perdita di forza muscolare*

Questo protocollo sperimentale e modellistico consente di raccogliere dati sul singolo paziente usando RMN, dinamometria e elettromiografia fondendo questi dati in un modello personalizzato della dinamica muscoloscheletrica che consenta di identificare se la perdita di forza registrata è causata da sarcopenia, insufficiente innervazione, o alternazione del controllo neuromotorio.

4) *Sviluppo e valutazione tecnologie biomediche*

Linea di ricerca per il miglioramento delle metodiche diagnostiche in ortopedia e per l'introduzione alla pratica clinica ortopedica delle tecnologie informatiche e delle comunicazioni (ICT). La linea ha consentito lo sviluppo di specifiche competenze nel settore delle tecniche tomografiche CT/MTRI e microCT per la caratterizzazione dei tessuti ossei e dei biomateriali, anche nell'ambito di appositi clinical trial.

**Pubblicazioni salienti del gruppo di Medicina in silico**

- Montefiori E, Modenese L, Di Marco R, Magni-Manzoni S, Malattia C, Petrarca M, Ronchetti A, de Horatio LT, van Dijkhuizen P, Wang A, Wesarg S, Viceconti M, Mazzà C; MD-PAEDIGREE Consortium. Linking Joint Impairment and Gait Biomechanics in Patients with Juvenile Idiopathic Arthritis. *Ann Biomed Eng.* 2019 May 20. doi: 10.1007/s10439-019-02287-0. [Epub ahead of print]
- Viceconti M, Ascani D, Mazzà C. Pre-operative prediction of soft tissue balancing in knee arthroplasty part 1: Effect of surgical parameters during level walking. *J Orthop Res.* 2019 Mar 24. doi: 10.1002/jor.24289. [Epub ahead of print]
- Montefiori E, Modenese L, Di Marco R, Magni-Manzoni S, Malattia C, Petrarca M, Ronchetti A, de Horatio LT, van Dijkhuizen P, Wang A, Wesarg S, Viceconti M, Mazzà C; MD-PAEDIGREE Consortium. An image-based kinematic model of the tibiotalar and subtalar joints and its application to gait analysis in children with Juvenile Idiopathic Arthritis. *J Biomech.* 2019 Mar 6;85:27-36. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.12.041. Epub 2019 Jan 9.
- Bhattacharya P, Altai Z, Qasim M, Viceconti M. A multiscale model to predict current absolute risk of femoral fracture in a postmenopausal population. *Biomech Model Mechanobiol.* 2019 Apr;18(2):301-318. doi: 10.1007/s10237-018-1081-0. Epub 2018 Oct 1.
- Baruffaldi F, Stoico R, Tassani S, Mecozzi L, Falcioni S, Fersini C. Validation of a bone mineral density calibration protocol for micro-computed tomography. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology Vol. 17, No. 1 (2017)*
- Brizi L, Barbieri M, Baruffaldi F, Bortolotti V, Fersini C, Liu H, Nogueira d'Eurydice M, Obruchkov S, Zong F, Galvosas P, Fantazzini P. Bone volume-to-total volume ratio measured in trabecular bone by single-sided NMR devices. *Magn Reson Med.* 2018 Jan;79(1):501-510.

## La Ricerca industriale del Laboratorio

Il Laboratorio di Tecnologia Medica può fornire servizi di ricerca e sviluppo alle industrie biomedicali nei settori della biomeccanica computazionale, della biomeccanica sperimentale e della sorveglianza post-marketing, con particolare attenzione ai biomateriali e ai dispositivi ortopedici.

L'unità di Biomeccanica Computazionale può effettuare simulazioni per l'ottimizzazione degli impianti protesici, anticipando e indirizzando la realizzazione dei prototipi. Simulazioni numeriche di maggiore complessità possono essere effettuate per studiare l'interfaccia osso-protesi, ove richiesto per le specifiche caratteristiche del prototipo protesico.

Le unità di ricerca sperimentale (Biomeccanica sperimentale e Tribologia) possono effettuare test preclinici per la valutazione delle prestazioni meccaniche e di usura dei biomateriali e/o dei dispositivi protesici, seguendo standard internazionali (ISO, ASTM) quando disponibili, oppure applicando protocolli interni. I test sperimentali sono effettuati per:

1. investigare le caratteristiche fisiche dei materiali;
2. determinare le prestazioni meccaniche dei materiali;
3. verificare la rispondenza ai requisiti meccanici dei dispositivi impiantabili;
4. studiare il comportamento tribologico delle articolazioni;
5. valutare le specifiche performance delle diverse soluzioni prototipali.



In quel che segue viene presentato un elenco, non esaustivo, dei test eseguiti presso il laboratorio:

- Prove per la validazione preclinica di protesi d'anca.
- Usura delle protesi totale d'anca (Standard: ISO 14242).
- Prove per la validazione preclinica di protesi di ginocchio.
- Usura delle protesi totale di ginocchio (Standard: ISO 14243).
- Prove per la caratterizzazione meccanica di mezzi di osteosintesi.
- Microtomografia a raggi x (microCT) per la caratterizzazione del tessuto osseo e dei biomateriali (protocolli interni).
- L'unità di ricerca che coordina il Registro dell'Implantologia Protesica Ortopedica (RIPO) può fornire servizi di sorveglianza post-marketing sulle prestazioni cliniche di dispositivi impiantati nella regione Emilia-Romagna. Nel caso di fallimenti protesici che comportino il reimpianto presso l'Istituto Ortopedico Rizzoli, l'unità di ricerca Biologica può raccogliere campioni biologici per studiare l'interfaccia tessuto-protesi ed il danneggiamento avvenuto nel corso dell'impianto. Queste indagini possono infatti fornire importanti informazioni sui processi in-vivo che concorrono al fallimento protesico.

## **Le Apparecchiature e strumentazioni del Laboratorio**

1. Macchina di prova uniassiale Mod. 8502, Instron, con capacità di carico di 100 kN con scheda di acquisizione a 12 canali a 5kHz.
2. Macchina di prova uniassiale Mod. MiniBionix 858, MTS, con una capacità di carico di 15 kN con scheda di acquisizione a 16 canali a 5kHz.
3. Macchina di prova uniassiale Mod. FPF 20kN, Italsigma, capacità di carico di 20 kN con scheda di acquisizione a 4 canali.
4. Macchina di prova biassiale Mod. MiniBionix 858, MTS, con una capacità di carico di 15 kN e 100 Nm con scheda di acquisizione a 16 canali a 5kHz.
5. Macchina di prova uniassiale Mod. FPF 5kN, Italsigma, capacità di carico di 5 kN.
6. Macchina di prova elettrica uniassiale Mod. V1000, Vitrodyne, capacità di carico 100 N.
7. Macchina di prova elettrica quadriassiale Mod. Mach-1 v500csst, Biomomentum equipaggiata con cella di carico multiassiale con una capacità di carico di 50 N e 0.5 Nm.
8. Simulatore di usura per protesi d'anca IOR-Shynthe a 12 stazioni per prove di usura secondo gli standard internazionali vigenti.
9. Simulatore di usura per protesi di ginocchio Shore Western per prove di usura secondo gli standard internazionali vigenti. Grazie alla sua flessibilità può essere usato per provare altre articolazioni protesiche.
10. Micro CT Skyscan Mod. 1072 - 100 kV per analisi microCT e ricostruzione 3D di tessuti ossei e biomateriali
11. Stazione per profilometria e misure di rugosità Hommel Tester T8000.
12. Sistema di correlazione di immagini digitali Aramis 5M GOM.
13. Bilance di precisione (fino a 200 g con precisione  $\pm 0.01$  mg).
14. Proiettore di profili.
15. Microscopi ottici.
16. N.3 data-logger idonei per acquisire i segnali di diversi trasduttori (termocoppie, estensimetri, trasduttori generici con uscita +/-10V).

Completano la dotazione trasduttori di carico, spostamento, deformazione, temperatura che possono essere usati per allestire catene di misura specifiche per ogni esigenza.

## **Altre apparecchiature/strumentazioni accessibili**

La collaborazione con gli altri Laboratori e Divisioni dell'Istituto Ortopedico Rizzoli o con altre Università/Istituti Italiani, ci permette di avere accesso ad altre risorse nel caso in cui venga richiesta un'ulteriore caratterizzazione dei campioni. Ad esempio:

- Radiologia convenzionale e ad alta risoluzione (mammografia).
- Computed Tomography (CT) e Dual-Energy CT (DECT)
- Magnetic Resonance Imaging (MRI) a 1.5T e 3T
- Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA).
- Analisi microscopica mediante microscopio a scansione elettronica completo di sistema di microanalisi (in condivisione con CNR c/o IOR).
- Microtomografia a raggi x (microCT) per piccoli animali
- Coordinate Measuring Machine.
- Spettroscopia Raman.

### ***Contattare il Laboratorio***

Per INFORMAZIONI di carattere generale, è necessario contattare preliminarmente di persona, telefonicamente (051 6366864) la Sig.ra Rosanna Franchi) o inviare una richiesta all'indirizzo di posta elettronica [rosannaguida.franchi@ior.it](mailto:rosannaguida.franchi@ior.it)