



AUDITORIUM

SIMPOSIO 4: LE NUOVE TECNOLOGIE: L'IMMAGINE DEL FUTURO

Moderatori: **Bruno Marelli** (Milano), **Roberto Rossi** (Torino)

Tecnologie in Medicina: sono le nuove tecnologie che servono alla medicina o il contrario?

Andrea Remuzzi (Dalmine)

Imaging

Giuseppe Pezzotta (Bergamo)

Pianificazione avanzata: la complessità della forma

Paolo Prati (Treviglio)

Chirurgia assistita: ritorno al futuro?

Highlights on digitally assisted surgery: back to the future?

Justin Cobb (London - United Kingdom)

Digitalizzazione del processo chirurgico: identifying the procedural gap and improved methods for maintaining accuracy during total hip arthroplasty

Cesare Stagni (Bologna)

Digitalizzazione del monitoraggio post operatorio e la valutazione degli outcome: distance health technologies

Andrea Baldini (Firenze)

VENERDÌ
20 SETTEMBRE 2019

19-20

settembre 2019

BERGAMO

CONGRESSO NAZIONALE DELLA
SOCIETÀ ITALIANA DELL'ANCA



LE NUOVE TECNOLOGIE: L'IMMAGINE DEL FUTURO

Tecnologie in Medicina: sono le nuove
tecnologie che
servono alla medicina o il
contrario?

Andrea Remuzzi

Università degli Studi di Bergamo



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

IJAO

ISSN 0391-3988

Int J Artif Organs 2017; 40(3): 89

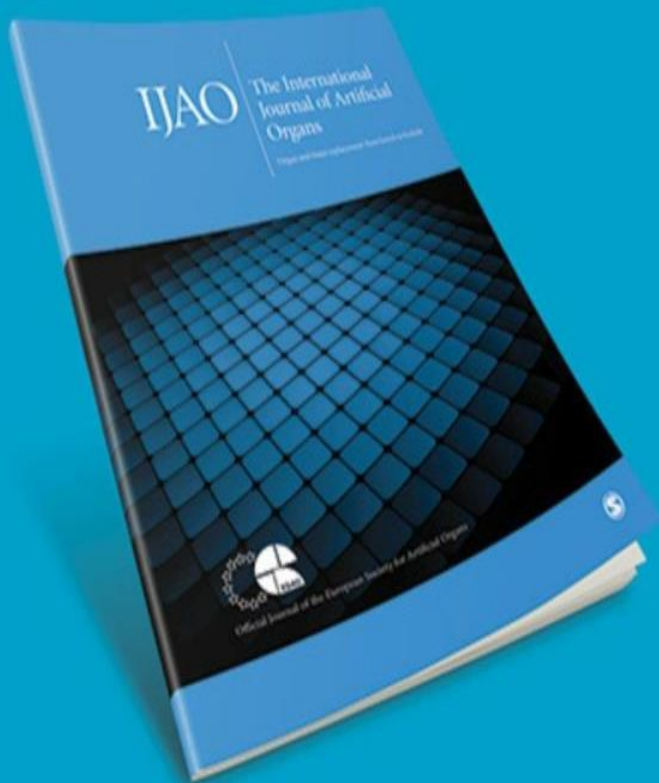
DOI: 10.5301/ijao.5000592

EDITORIAL

The Blue Journal after 40 years

IJAO

The International
Journal of Artificial
Organs



Major clinical applications

- Artificial kidney
- Left ventricular assist device (LVAD)
- Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

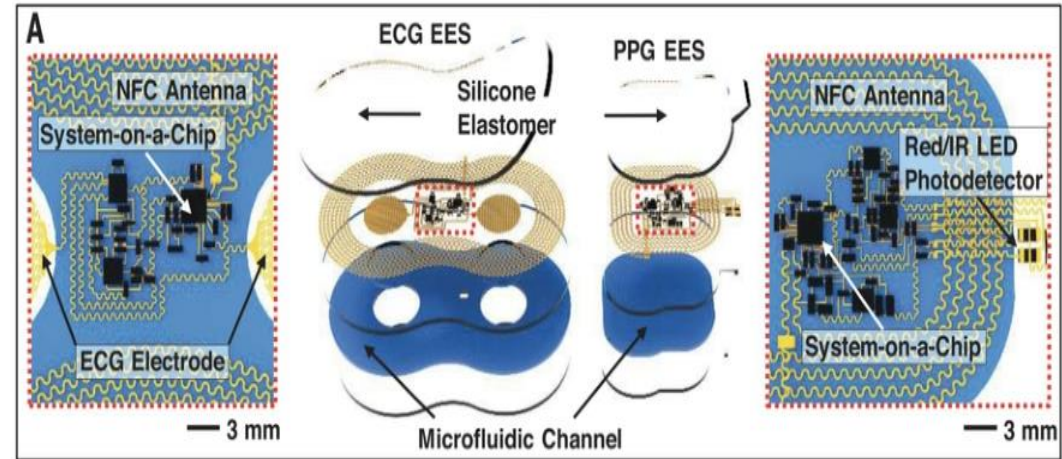
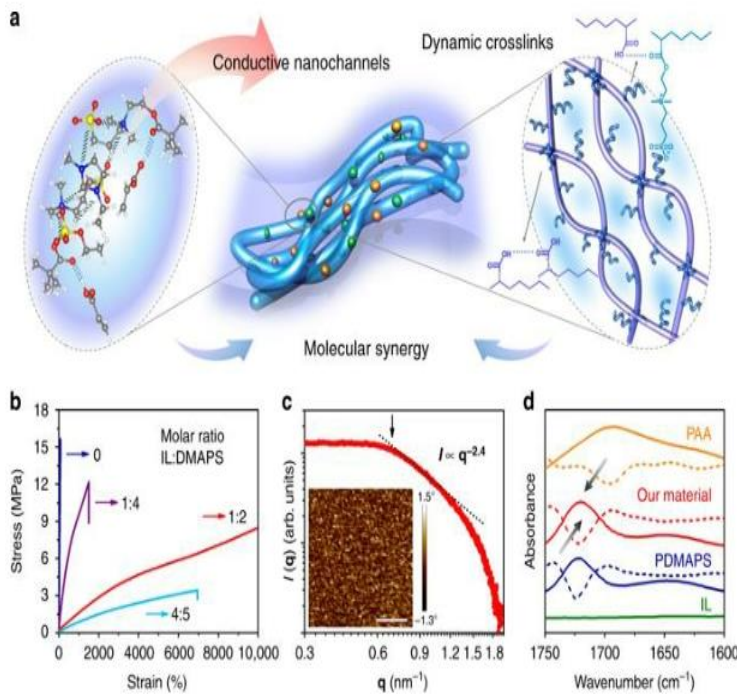


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Crescente impatto delle tecnologie in medicina

Skin sensors are the future of health care



Bio-integrated sensors have the potential to transform nearly every aspect of medicine



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

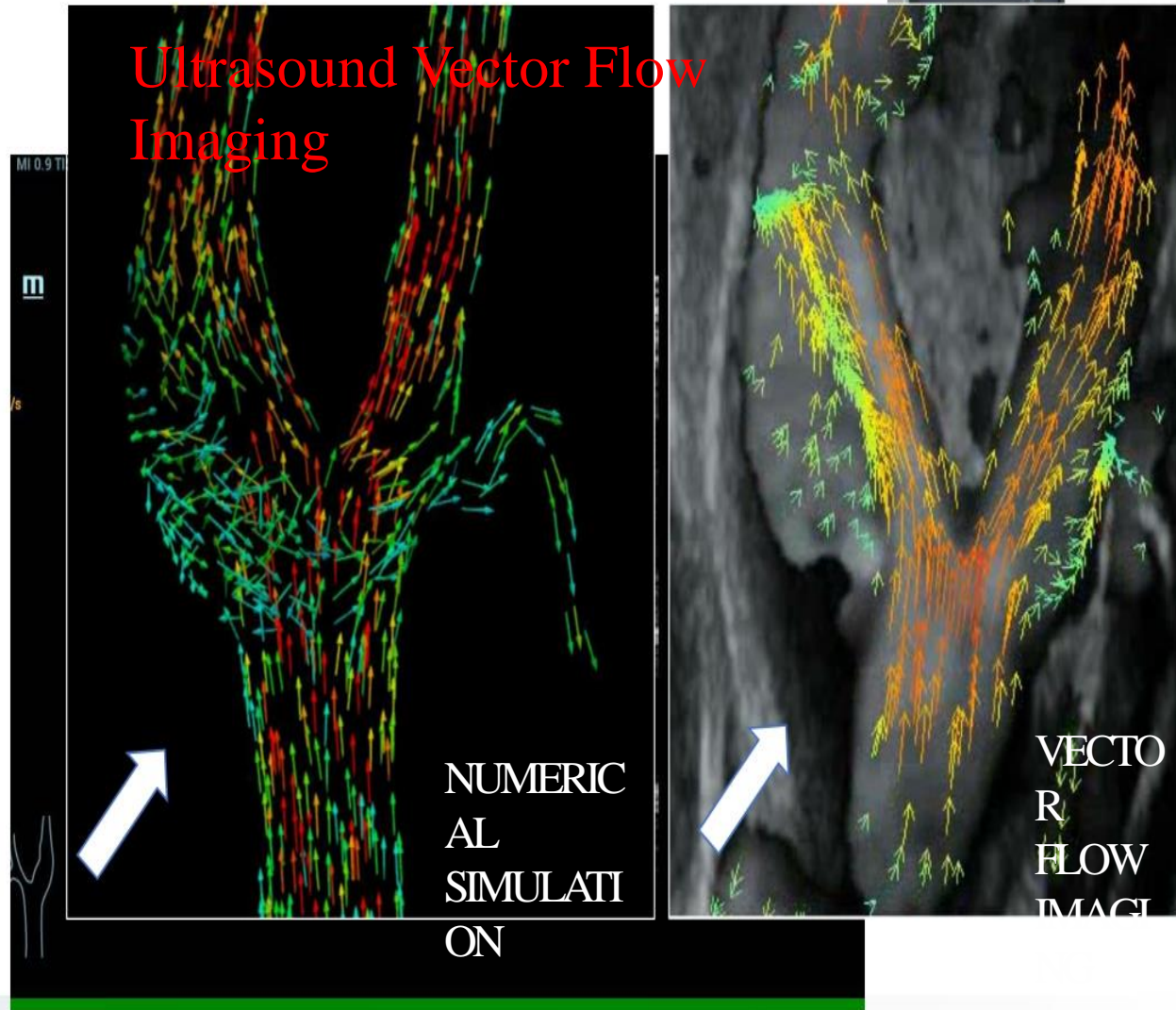
Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Crescente impatto delle tecnologie in medicina

Image-based
computational fluid



Ultrasound Vector Flow
Imaging

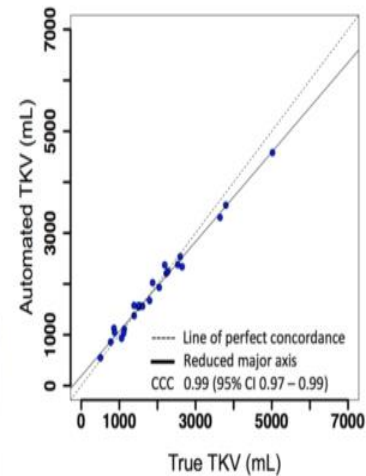
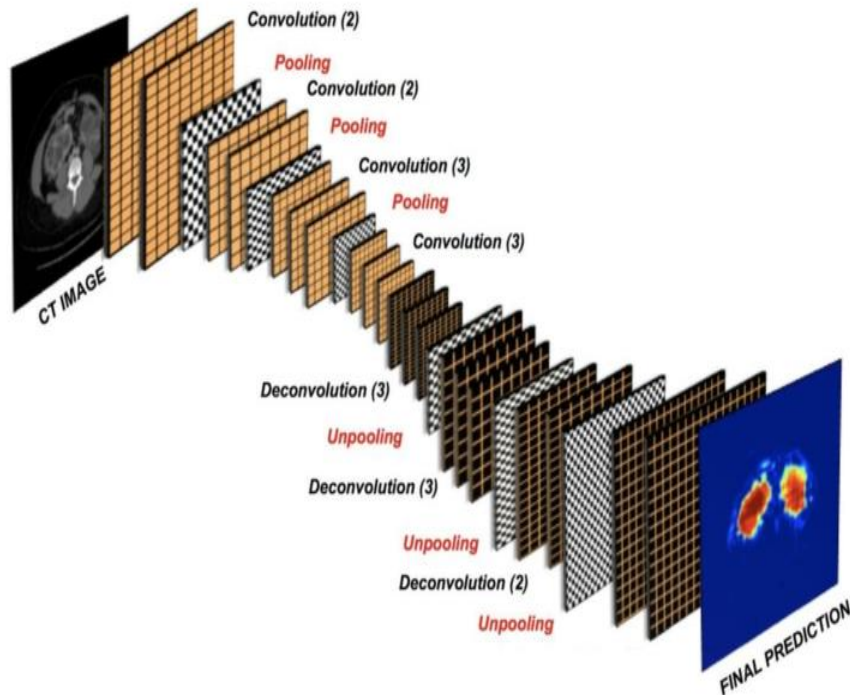
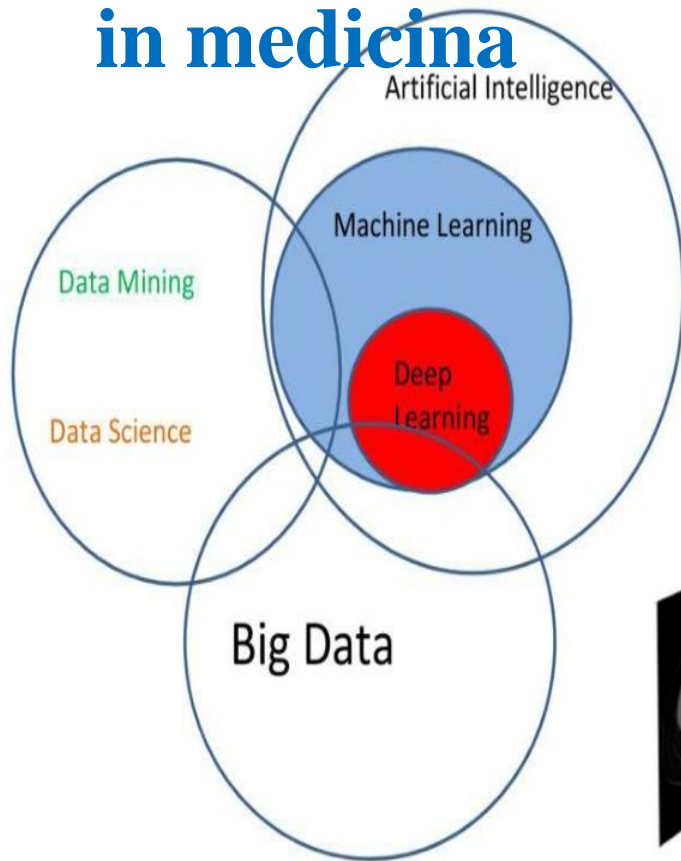


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

M. Bozzetto, A. Goddi (ms in

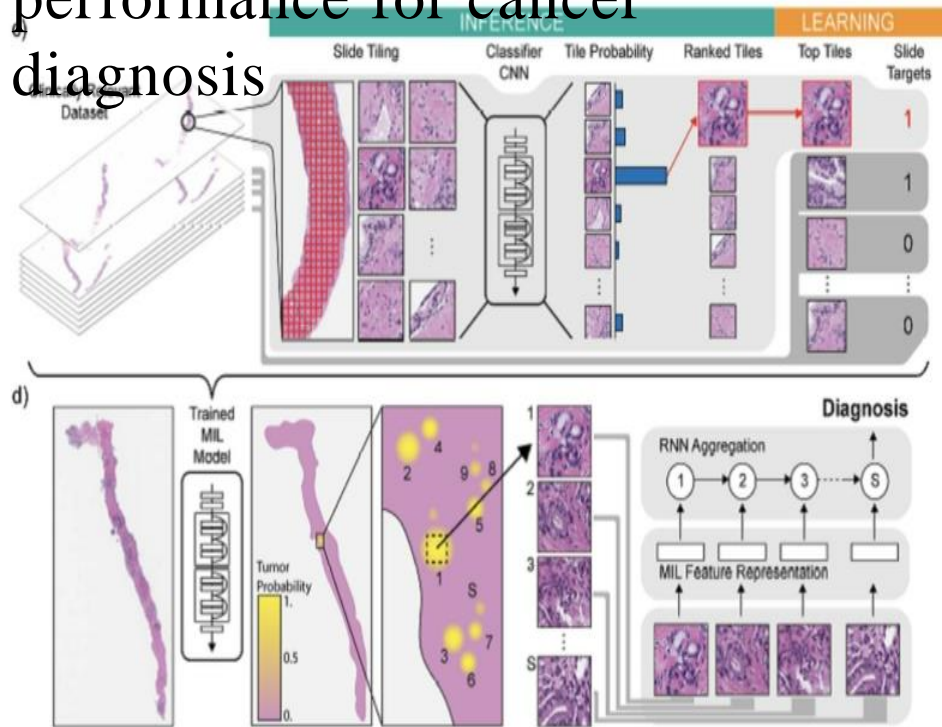
Crescente impatto delle tecnologie in medicina



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

A deep learning framework for real-world digital pathology data that achieves clinical performance for cancer diagnosis



Our results show that this system is suitable for the deployment of a computational decision support systems in clinical practice

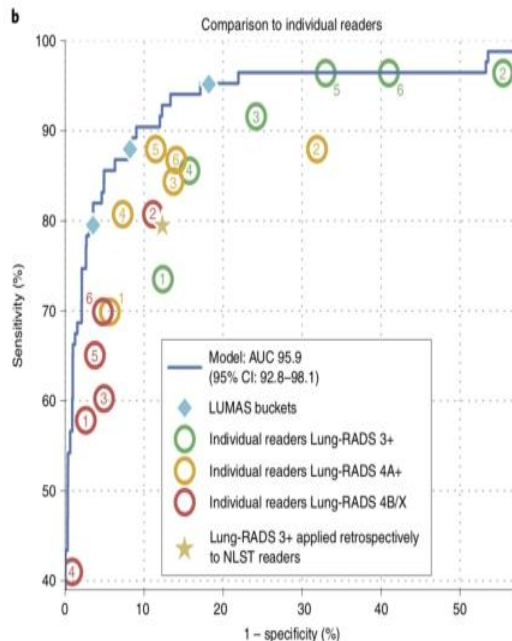
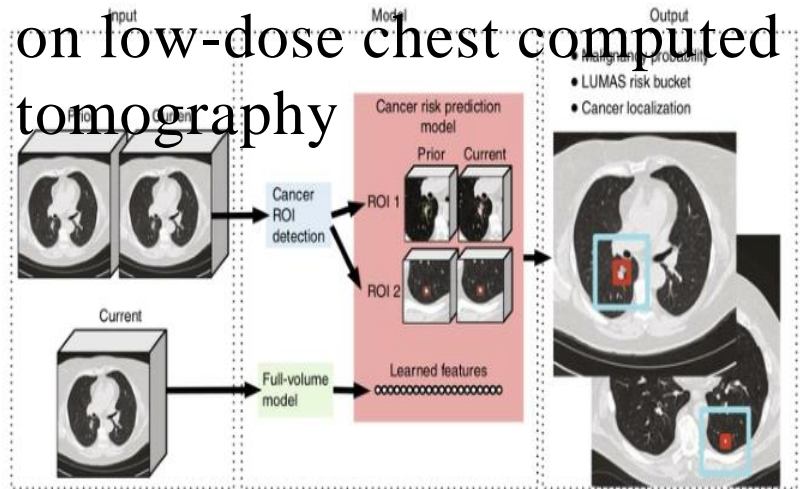
Campanella G. et al, Nat Med, 2019



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale
dell'Informazione e della Produzione

End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography



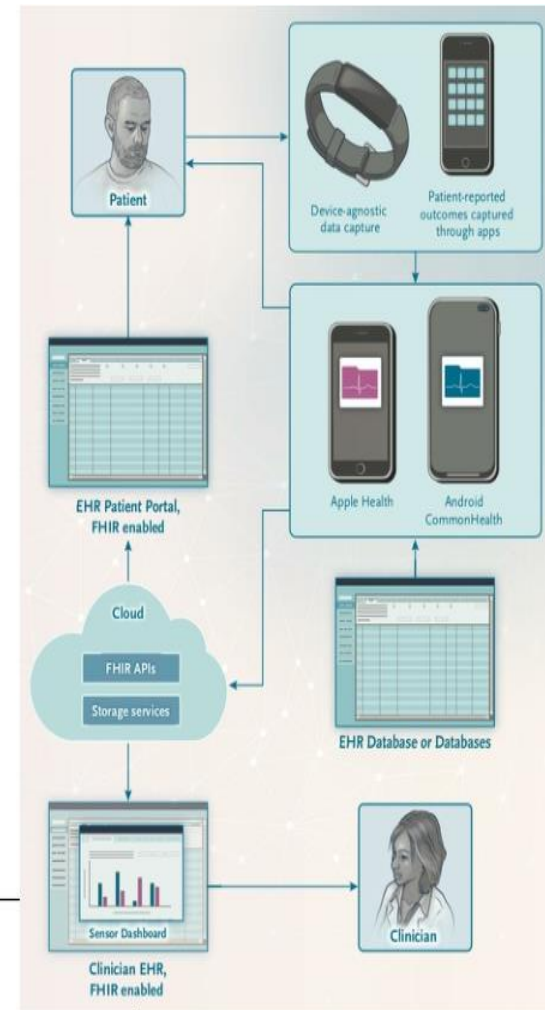
The model outperformed all six radiologists (11% reduction in false positives and 5% in false negatives)

Ardila D. et al, Nat Med, 2019

Crescente impatto delle tecnologie in medicina

- La medicina è la nuova frontiera della ricerca e dello sviluppo dell'**Intelligenza Artificiale**.
- Le ricerche in corso trasformeranno il modo in cui i medici **diagnosticano** i pazienti.

... quello che vedremo nei prossimi anni sarà incomparabile rispetto a quello che abbiamo conosciuto negli ultimi 30 o 40 anni (Il FUTURO DELLA SALUTE, R. Ascione)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Mobile Devices and Health

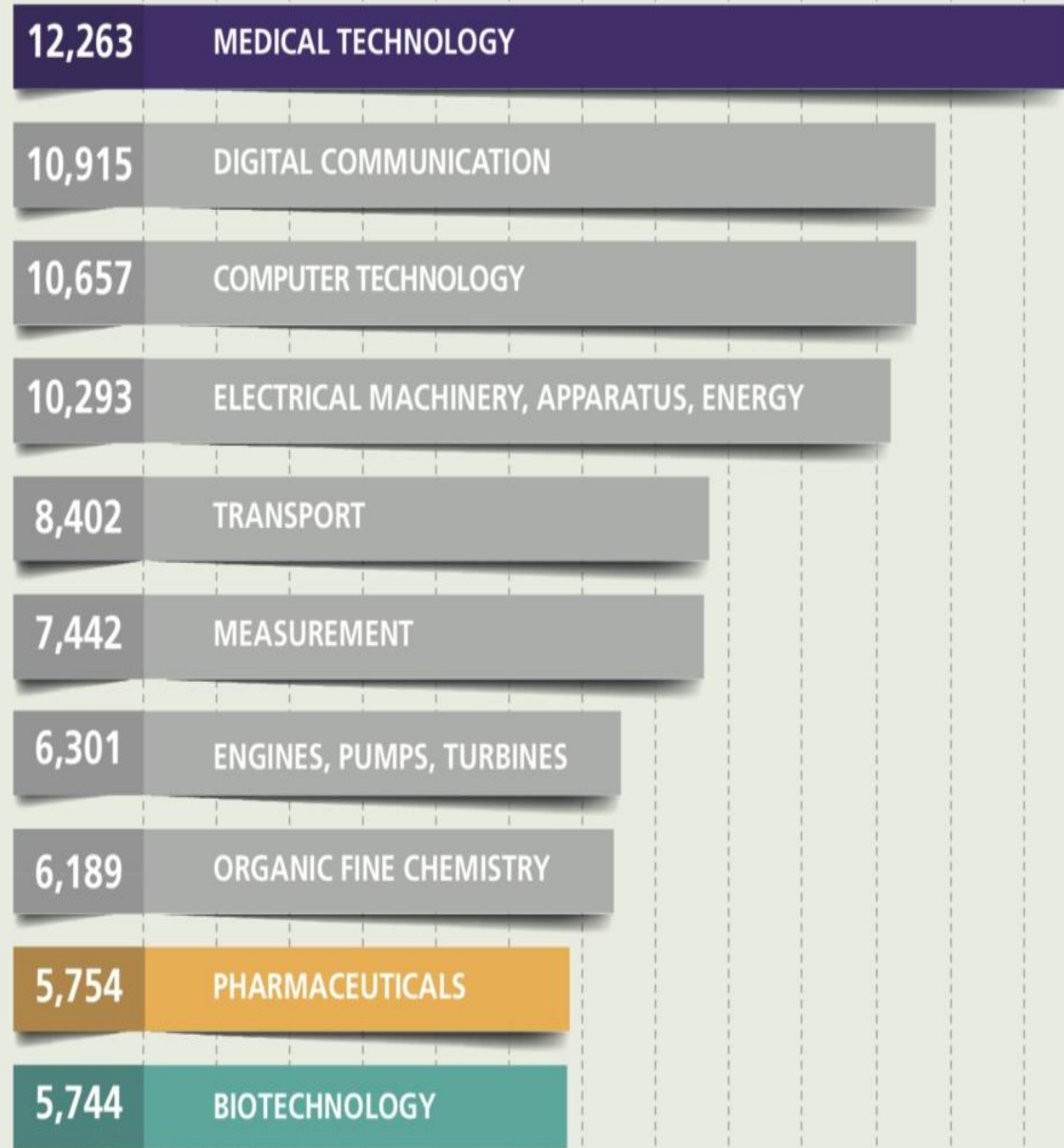
Ida Sim, M.D., Ph.D.

Medical Technology

Innovation
potential

Top 10 technical
fields in patent
applications

Number of patent
applications in
2016



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

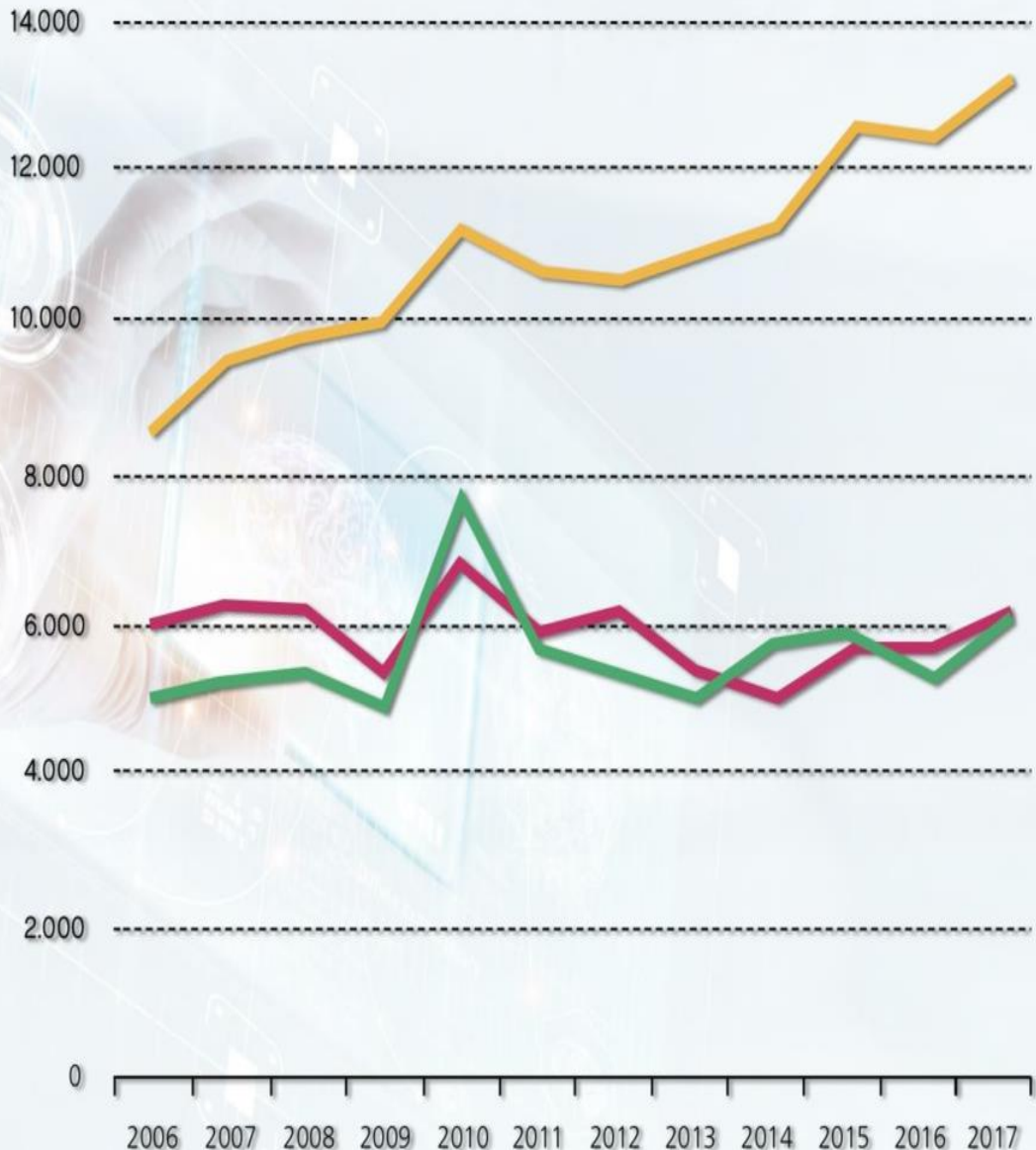
Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Medical Technology

Innovation
potential

Evolution of
European patent
applications by
technical field

Evolution of European patent applications by technical field, 2017 (ref. I)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Medical Technology

Research & Development

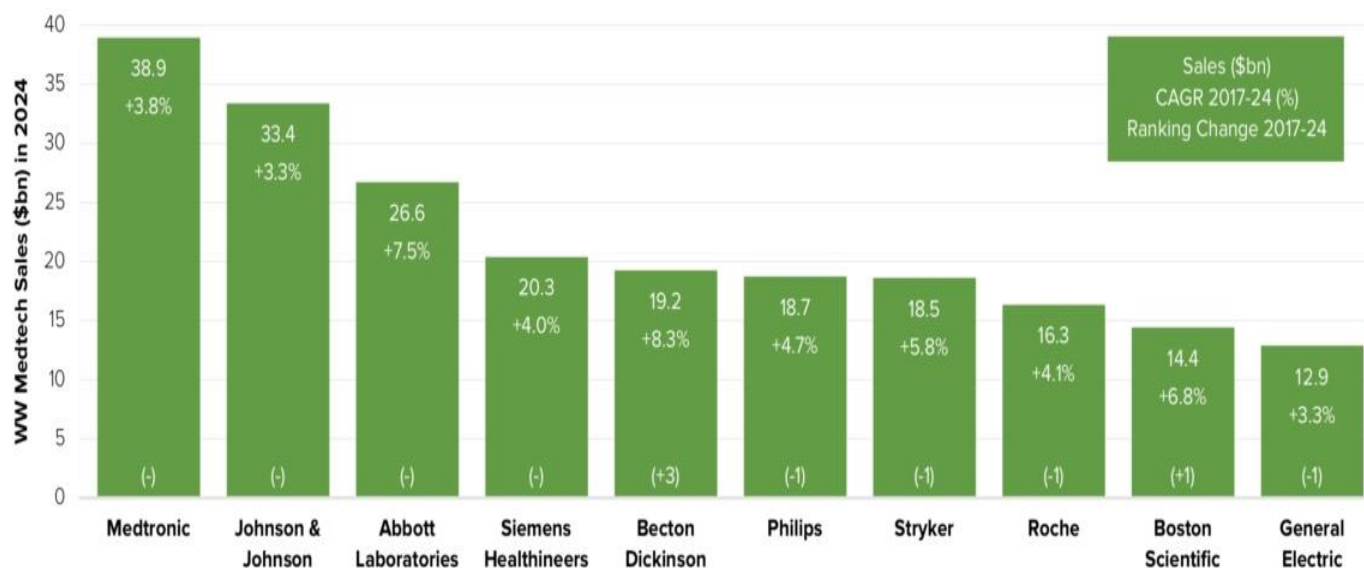
Worldwide Medtech R&D Spend: Top 10 Companies (2024)

Source: Evaluate, September 2018

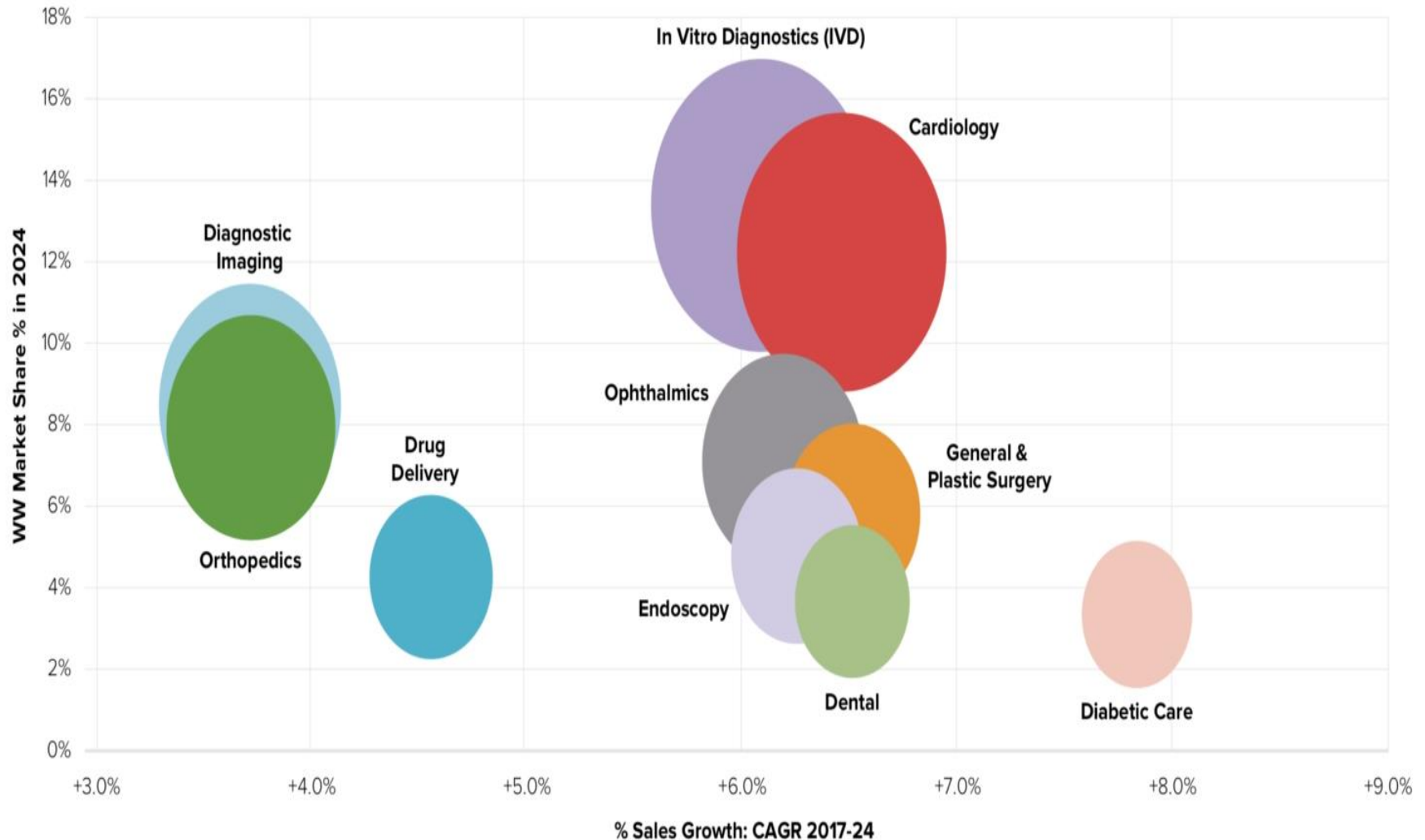


Worldwide Medtech Sales: Top 10 Companies (2024)

Source: Evaluate, September 2018



Analysis on Top 10 Device Areas in 2024, Market Share & Sales Growth (2017-2024)



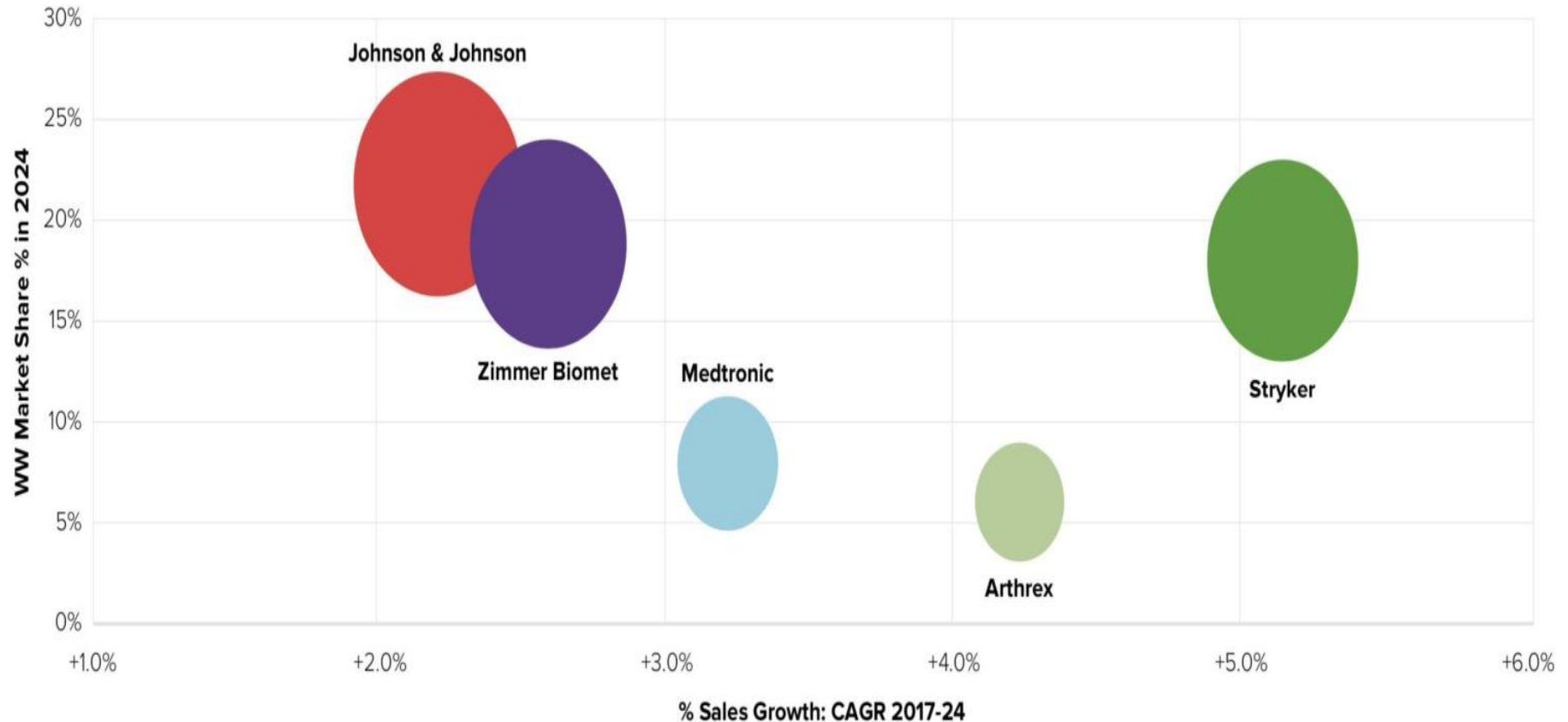
Note: Size of Bubble = WW Sales in 2024

Crescita
mercato

Orthopedics

Worldwide Orthopedics Sales, Market Share & Sales Growth (2017-2024)

Source: Evaluate, September 2018



Note: Bubble = WW Sales in 2024



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Crescente impatto delle tecnologie in medicina

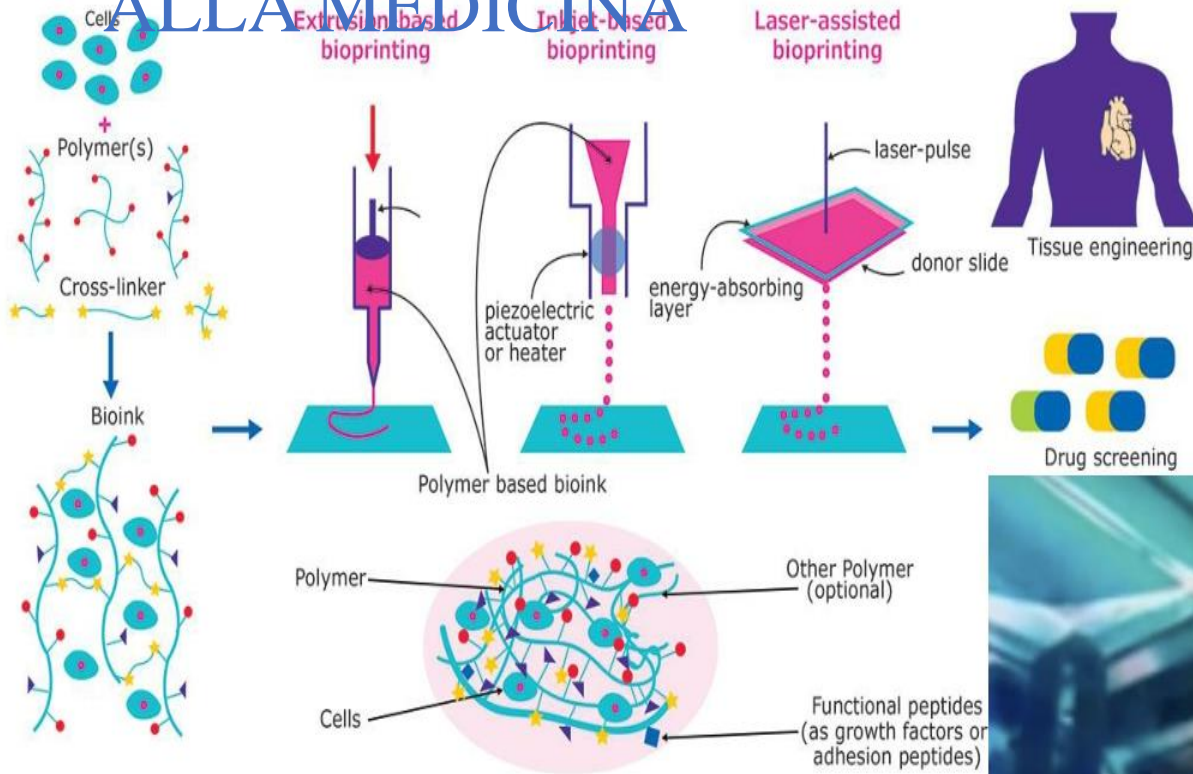
- Intelligenza artificiale
- Robotica
- Evoluzione delle tecniche di imaging
- Surgical planning
- Gestione elettronica di dati clinici e delle immagini
- Genomica
- Sensoristica
- Data analytics
- Medicina personalizzata
- Digital therapeutics
- Tissue engineering

**Tecnologie in aiuto della
medicina?**

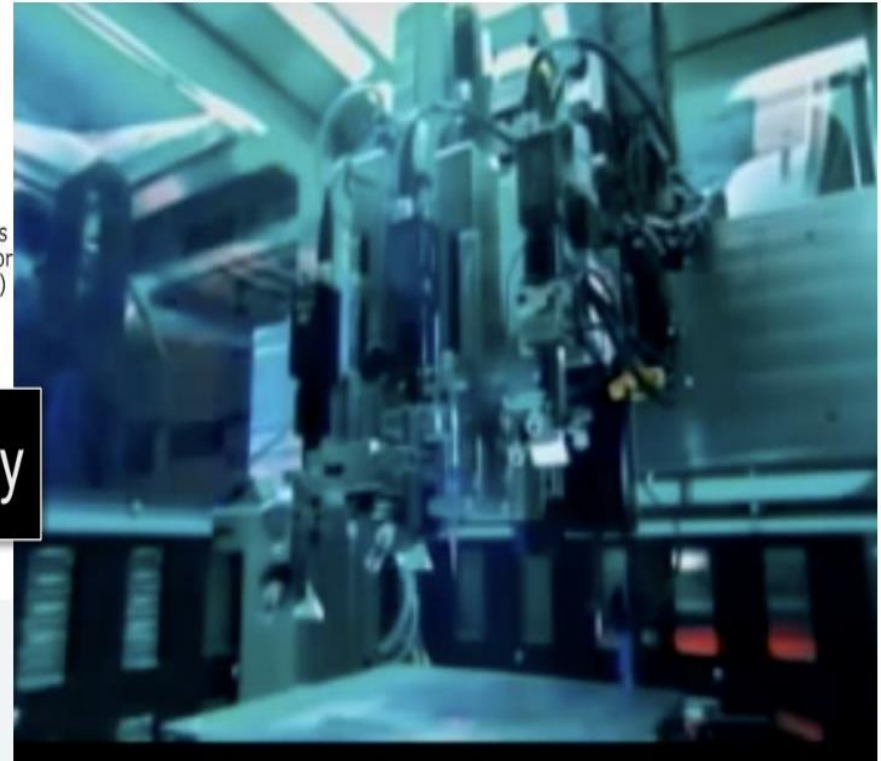


BIOPRINTING: LA STAMPA 3D APPLICATA

ALLA MEDICINA



Organovo - Printing Organs Technology



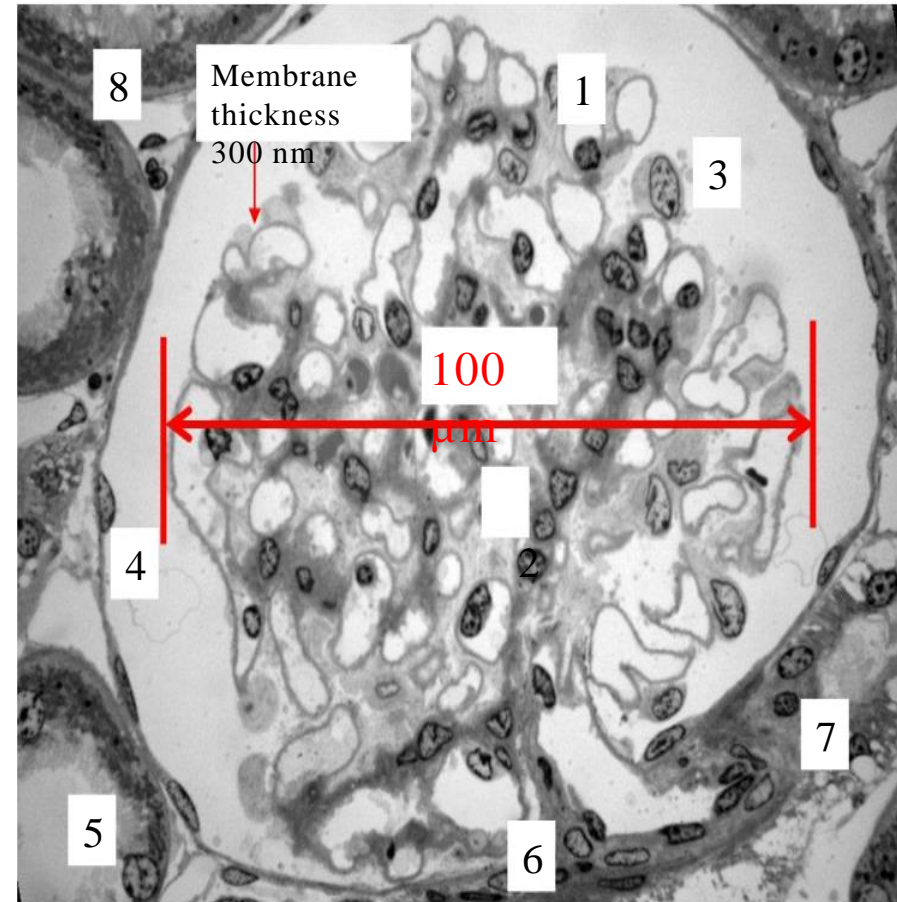
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

BIOPRINTING: LA STAMPA 3D APPLICATA ALLA MEDICINA



Spatial resolution of 3D
Bioprinting: from 200 to
500 μm



Glomerular capillary cells

~~phenotypes~~ glomerular

endothelial cells

2 – mesangial cells

3 – podocytes

4 – parietal epithelial

5 – tubular cells

6 – juxtaglomerular vascular
cells

7 – macula densa cells

8 – peritubular capillary



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

BIOPRINTING: LA STAMPA 3D APPLICATA ALLA MEDICINA

CORRIERE DELLA SERA, *Giovedì 5 Settembre 2019*

eHealth

È ancora troppo
Forecast 2018-2025
presto per stampare
organi in 3D

Market», expected growth

di Ruggiero Corcella

Ormai non passa quasi mese senza che sulle riviste scientifiche non venga pubblicato uno studio sui cosiddetti organi in 3D. L'ultimo in ordine di tempo, e di più vasta eco mediatica, è il mini-cuore prodotto all'università di Tel Aviv dai ricercatori

In Israele è stato creato un mini-cuore con un bio-inchiostro a base di cellule umane riprogrammate. Altri stanno tentando di riprodurre polmoni, reni e vasi. Siamo tuttavia molto lontani da un possibile impianto «in vivo»

Global

«3D Bioprinting
from USD **834 Million**
in ~~USD~~ **4,320 Million**
by 2025
CAGR of 22.8% (forecast
2018-2025)

Crescente impatto delle tecnologie in medicina

- Il contesto socio/sanitario attuale impone un nuovo modello di implementazione dell'innovazione.
- Una soluzione è innovativa solo se lo è dal punto di vista clinico/tecnico, e se consente l'efficientamento dei processi di cura e prevenzione.

Pericolo di: illudere i pazienti, distogliere i fondi del mercato, generare speculazione, ostacolare la ricerca e l'innovazione

• Ricerca scientifica, valutazione clinica delle tecnologie, Health Technology Assessment



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

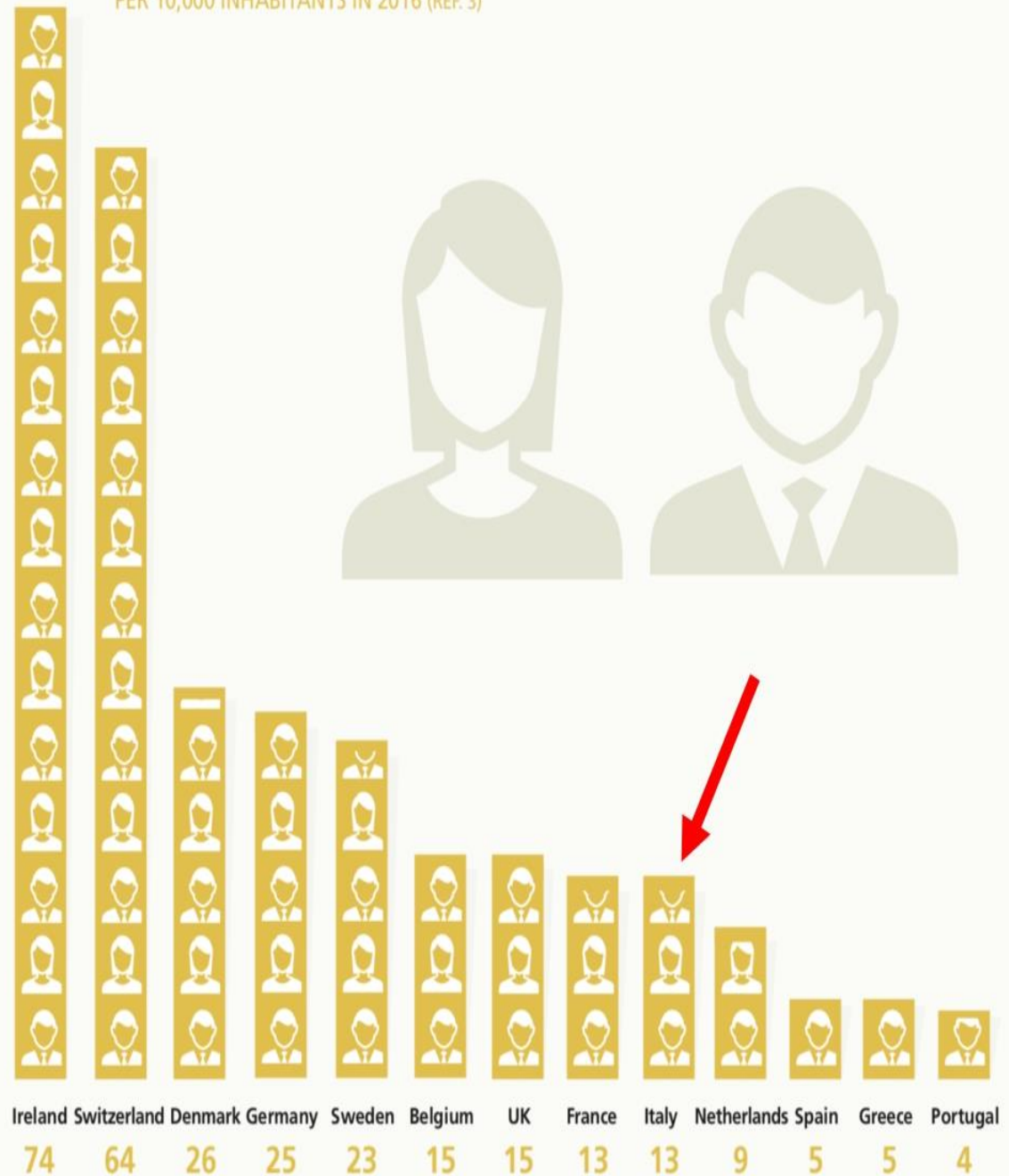
Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

• Necessità di maggior «formazione mirata» per medici e ingegneri

Medical Technology

Addetti del
settore delle
**tecnologie
medicali** nei
paesi
Europei per
100.000
abitanti

NUMBER OF PEOPLE DIRECTLY EMPLOYED IN THE MEDICAL TECHNOLOGY INDUSTRY
PER 10,000 INHABITANTS IN 2016 (REF. 3)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Grazie per
l'attenzione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione



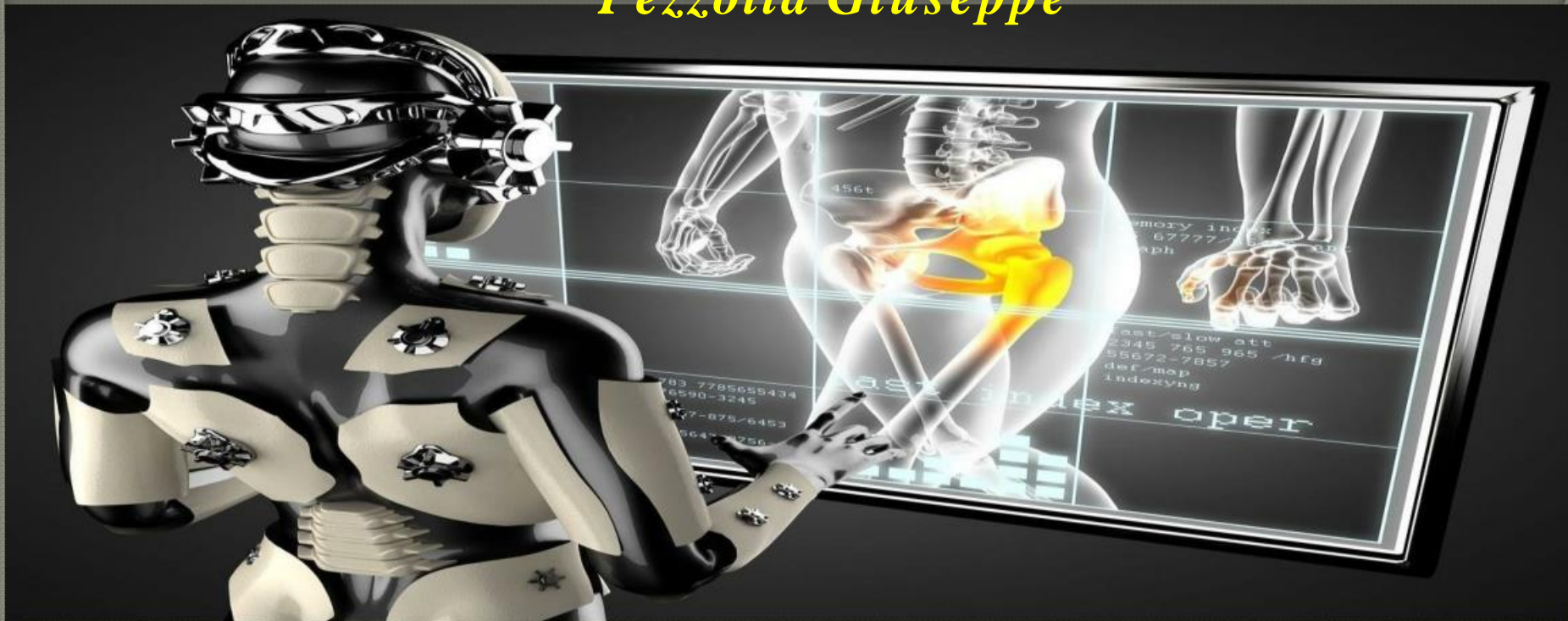
19-20 settembre 2019

BERGAMO

LE NUOVE TECNOLOGIE: L'IMMAGINE DEL FUTURO

“IMAGING”

Pezzotta Giuseppe



Dipartimento di Radiodiagnostica ASST Papa Giovanni XXIII, Bergamo
Università degli Studi di Milano-Bicocca



LA RADIOLOGIA DEL FUTURO



Nuove Apparecchiature Radiologiche



Nuove tecniche di elaborazione delle immagini
(post processing)



Intelligenza Artificiale



Big Data e Internet of Things (IoT)

TC MULTISLICE DI ULTIMA GENERAZIONE

.....64 strati, 128 strati, 256 strati, 384 strati ,640 strati ...(1280 strati?)



TC Volumetrica Dinamica (640 slice)



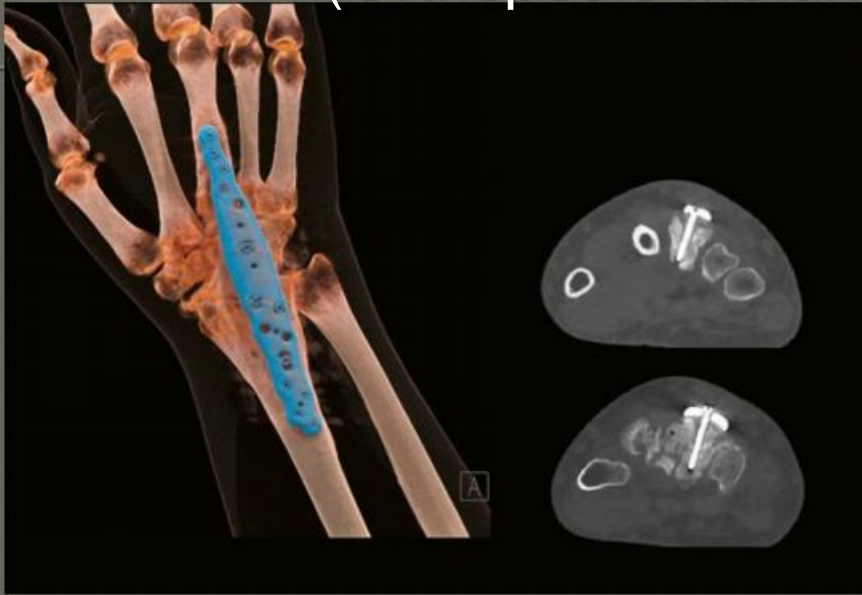
TC -Turbo-Flash-Spiral (384 sl) 2 tubi rad

“Velocità di scansione di circa 74 cm/sec”→ VANTAGGI

- 1) **Riduzione della dose di radiazione** diretta al paziente sino all' 80% (640 vs 64).
I pazienti pediatrici possono eseguire in relativa sicurezza esami TC con esposizioni basse e quando possibile senza sedazione (pazienti che non riescono trattenere a lungo il respiro, politraumatizzati ->TC torace dose efficace 0,1mSv)
- 3) **Quantità di mdc dimezzata** (utile soprattutto nei pazienti con insufficienza renale)
- 4) **Altissima qualità e velocità per l'elaborazione delle immagini**
- 5) TC Turbo-Flash: due tubi radiogeni con fasci di radiazione a energie differenti che permettono di analizzare i tessuti del corpo umano (osso, H₂O, grasso).

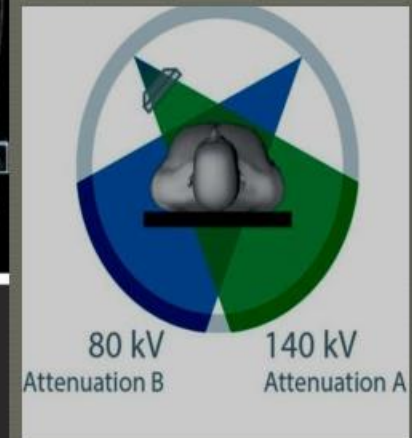
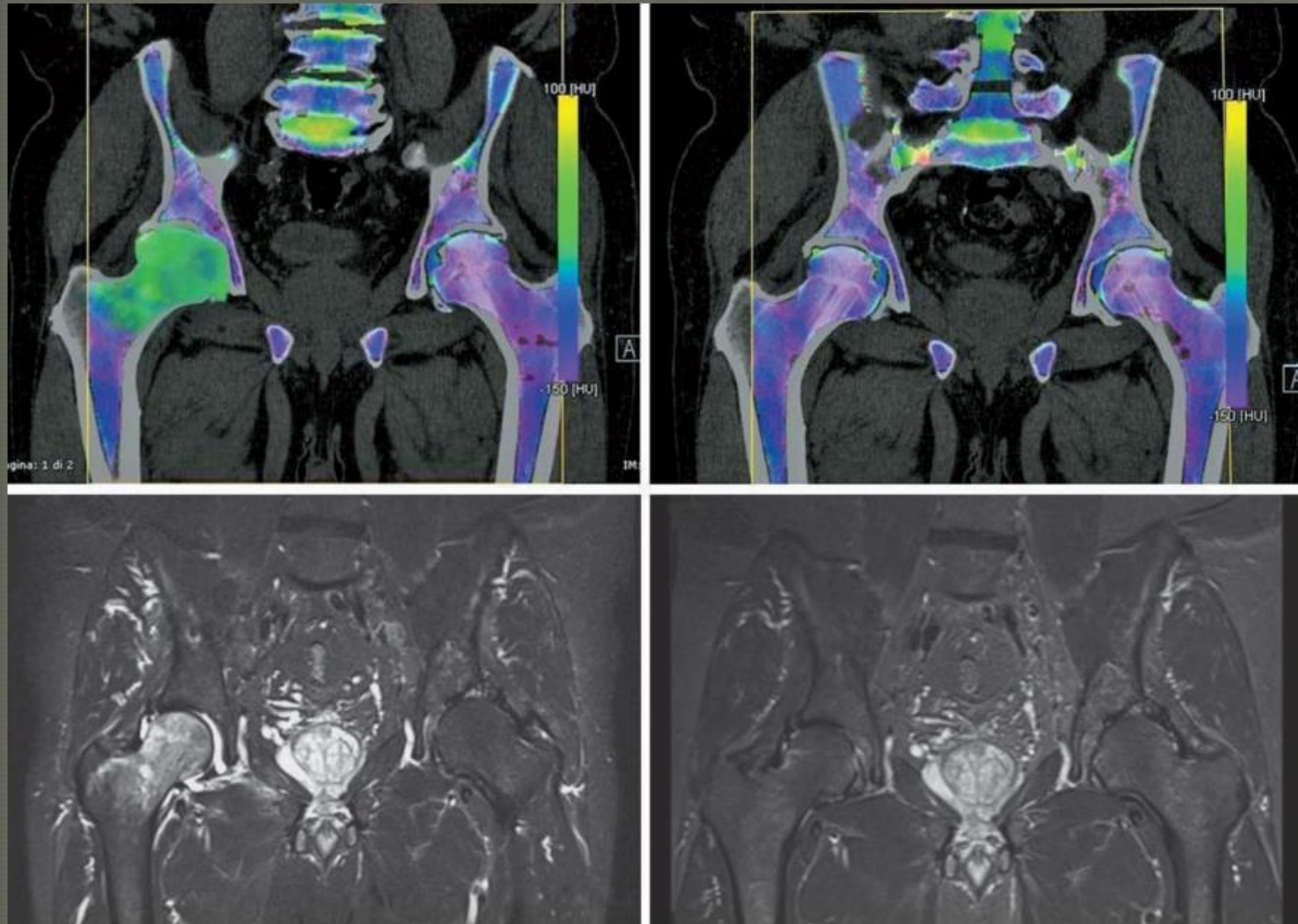
Algoritmo TC di ricostruzione O-MAR

(Orthopedic-Metal Artifact Reduction)



VALUTAZIONE EDEMA OSSEO TC DUAL ENERGY (DECT)

Questa tecnica di elaborazione delle immagini con algoritmo per la “decomposizione dei materiali.” fornisce mappe colorimetriche per midollo giallo ed edema midollare
Ire



Concordanza diagnostica tra DECT e RM $\rightarrow 0,95$ (eccellente indice di Cohen di 0,9)

RM AD ALTO CAMPO DI ULTIMA GENERAZIONE

.....1,5 tesla, 3 tesla, 7 tesla, 11,7 tesla (14 tesla ?).....



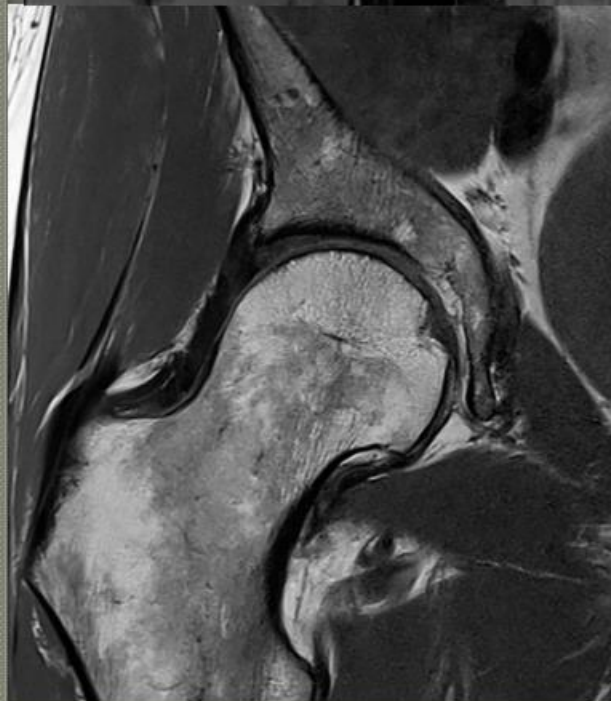
RM 7 Tesla “Alto Campo”



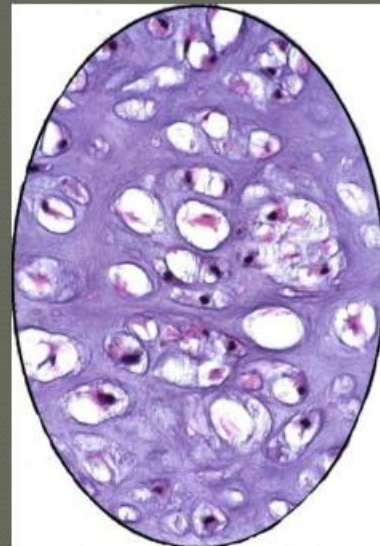
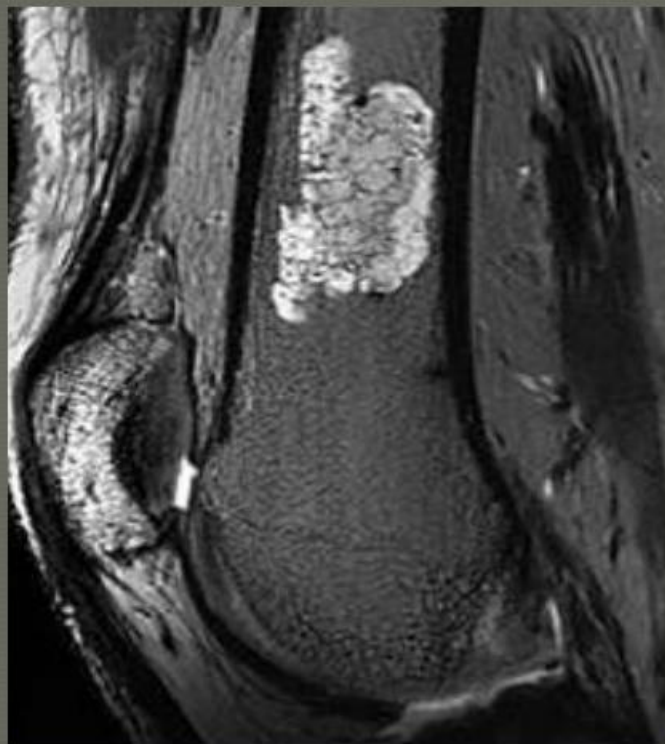
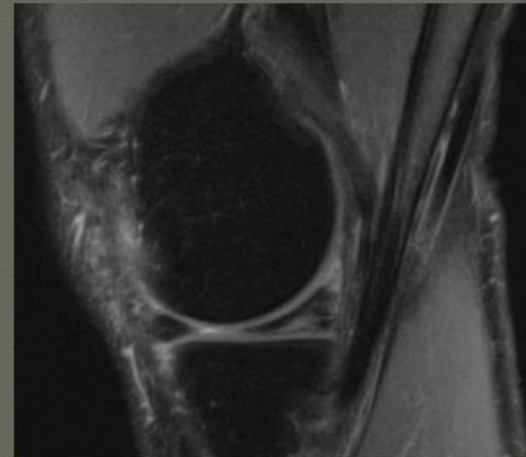
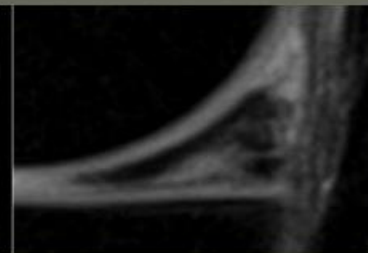
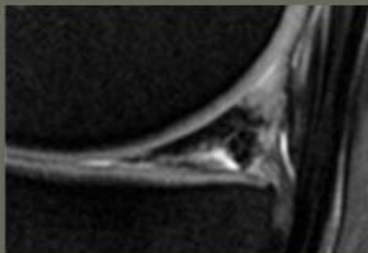
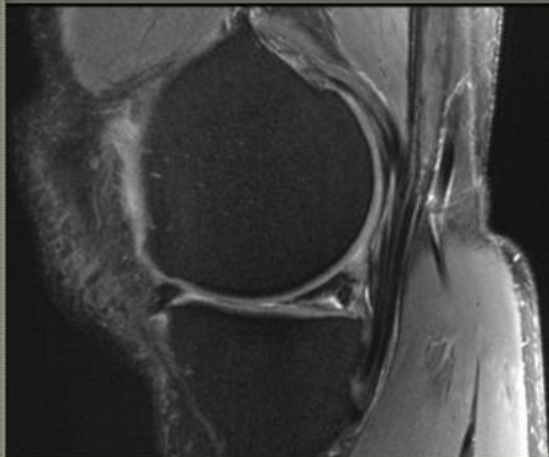
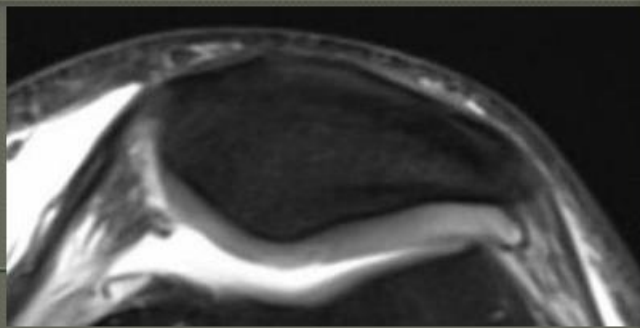
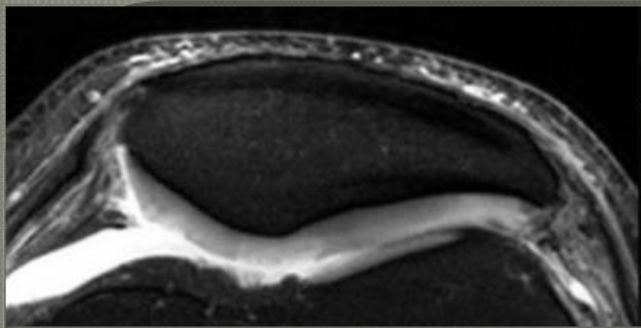
RM 11,74 Tesla “Ultra Alto Campo”

VANTAGGI

- **Elevato rapporto segnale/rumore** migliora la qualità dell'immagine (*maggiore risoluzione spaziale*) e consente di aumentare il dettaglio anatomico, la pulizia del segnale, la velocizzazione dei tempi di acquisizione.
- **Studi funzionali performanti** (diffusione HR, perfusione, spettroscopia, trattografia, bold, RM-PET)

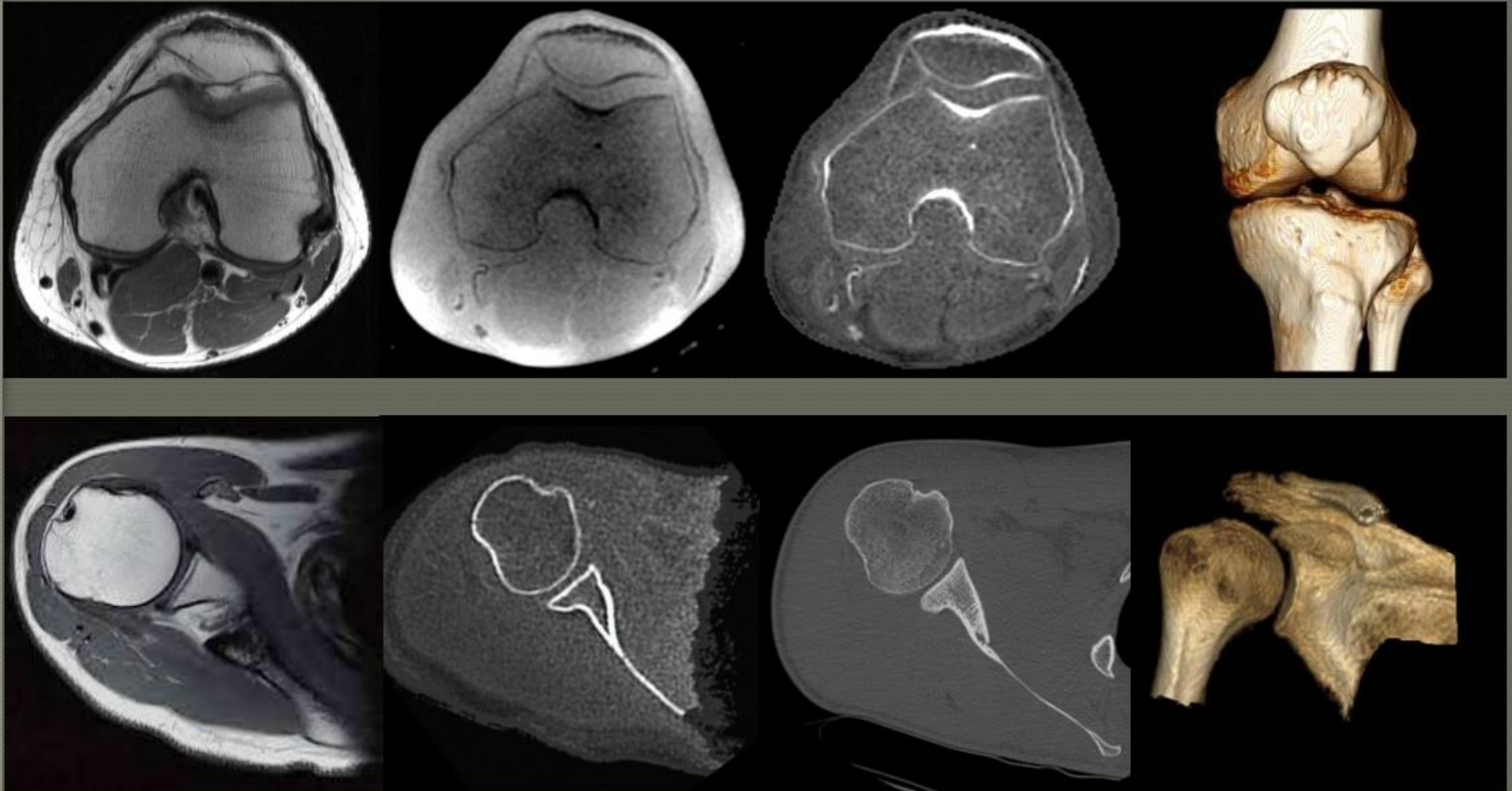


RMN 7T vs 3T



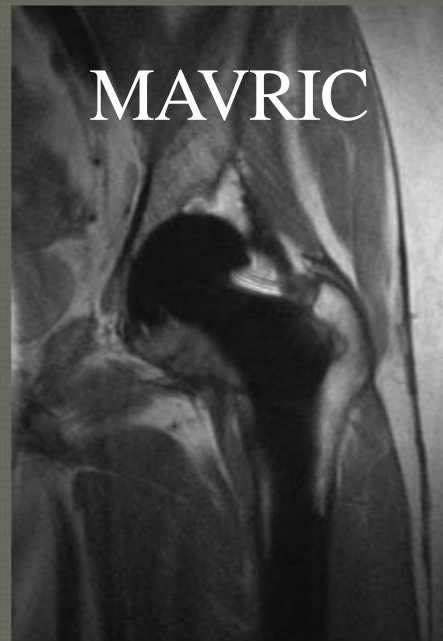
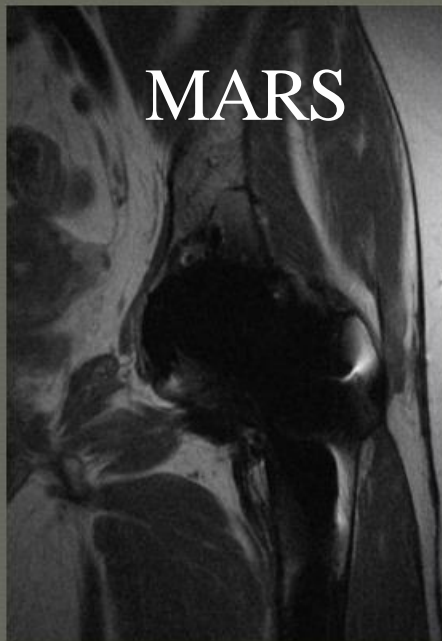
ZTE Imaging of Joints: Unmasking the Bone

(algoritmo di ricostruzione RM post-processing)



Ryan Breighner, PhD¹; Sonja Eagle, BS¹; Gaspar Delso, PhD^{2,3}; Hollis G. Potter, MD¹; Matthew F. Koff, PhD¹
1Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA; 2GE Healthcare, Zurich, Switzerland; 3GE Healthcare, Waukesha, USA

SEQUENZE MAR (Metal Artifact Reduction)



INTELLIGENZA ARTIFICIALE

*Ad oggi (inizio 2019) sono apparsi su PubMed 82.066 articoli riguardanti l'IA compresi i 5.405 articoli radiologici**

Intelligenza Artificiale

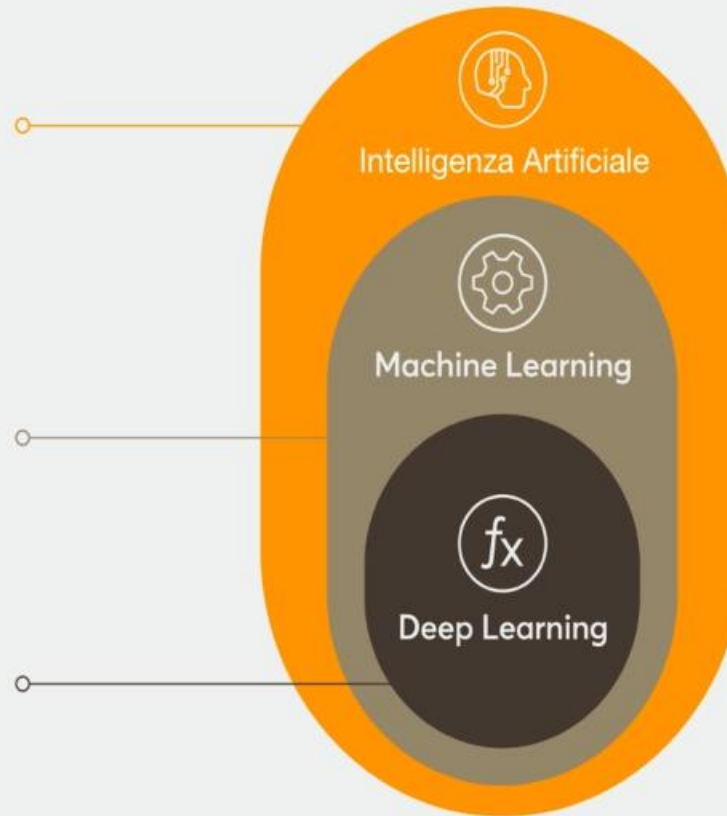
Qualsiasi tecnologia in grado di svolgere azioni tipiche della mente e dell'abilità umana.

Machine Learning

Sottoinsieme delle tecniche di AI che utilizza metodi statistici per consentire alle macchine di migliorare le proprie capacità e prestazioni nel tempo.

Deep Learning

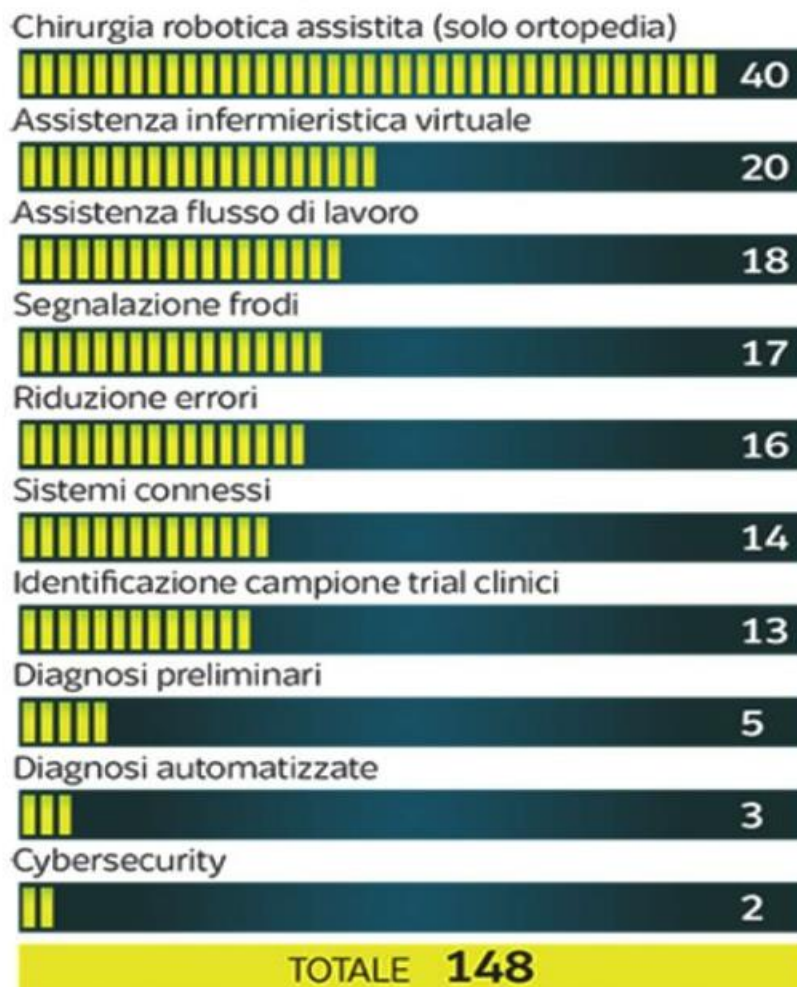
Sottocategoria del Machine Learning che fa riferimento agli algoritmi ispirati alla struttura e alla funzione del cervello chiamate reti neurali artificiali.



**European Society of Radiology (ESR) Insights into Imaging (2019)*

I DIECI SETTORI DELLA SANITÀ DOVE SI RISPARMIERÀ DI PIÙ GRAZIE ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

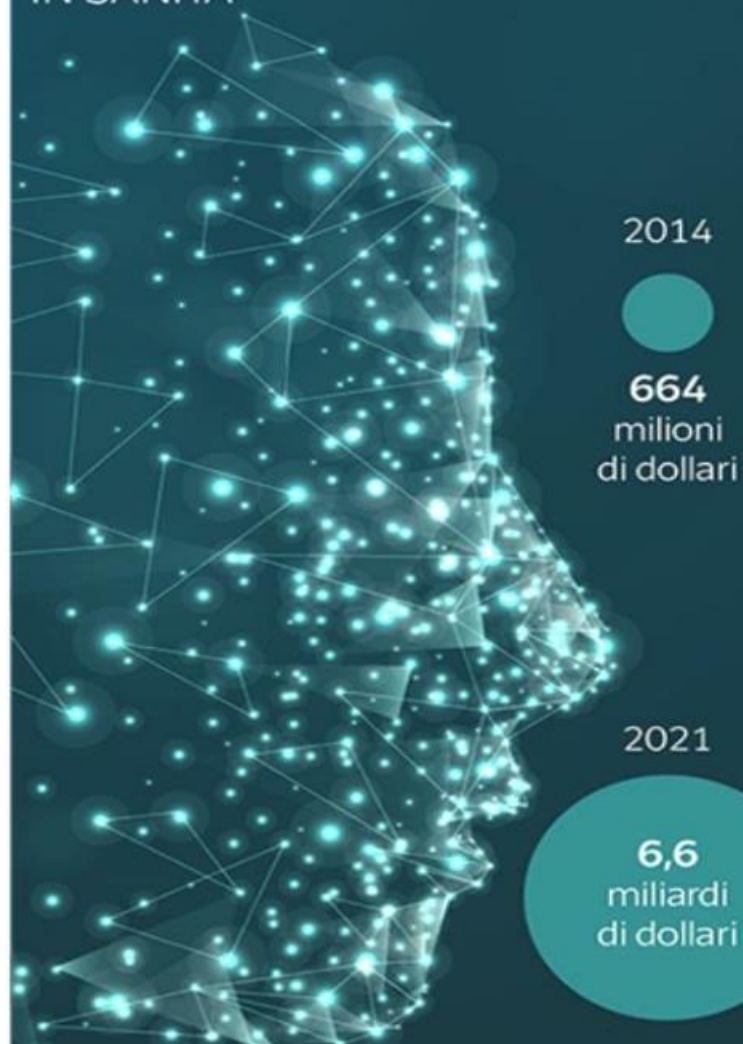
Proiezione al 2026, valori in miliardi di dollari



Fonte: Artificial intelligence: Healthcare's New Nervous System
(Accenture analysis, 2017)

Società americana ricerca di mercato Frost-Sullivan

QUANTO VALE IL MERCATO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN SANITÀ

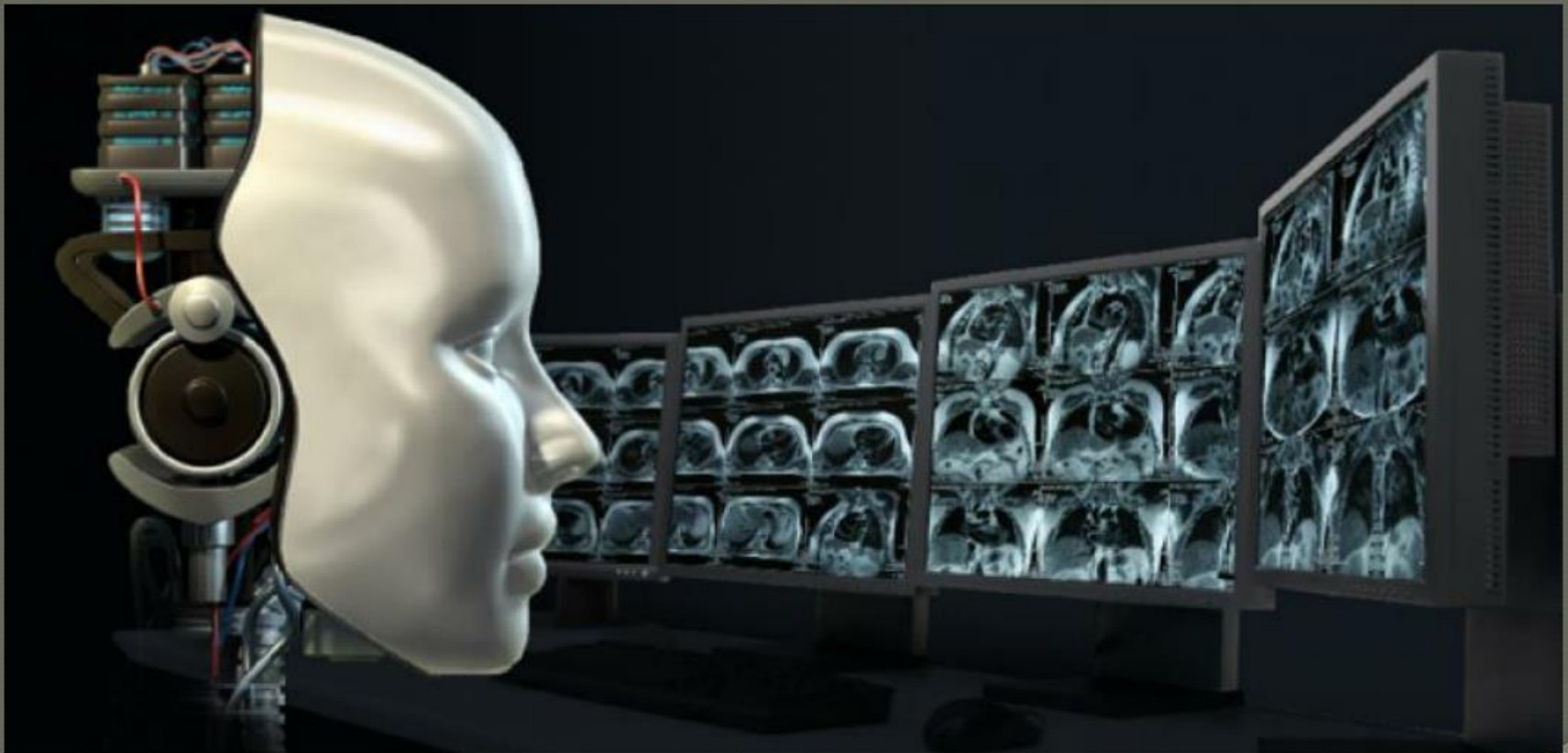


Fonte: Frost & Sullivan. Transforming healthcare
through artificial intelligence systems (2016)

INTELLIGENZA ARTIFICIALE (dal 1950)

Qualsiasi tecnologia in grado di svolgere azioni tipiche della mente umana, ad esempio, le percezioni visive, spazio-temporali e decisionali.

Obiettivo: radiologia bionica o cibernetica “X-ray terminator”

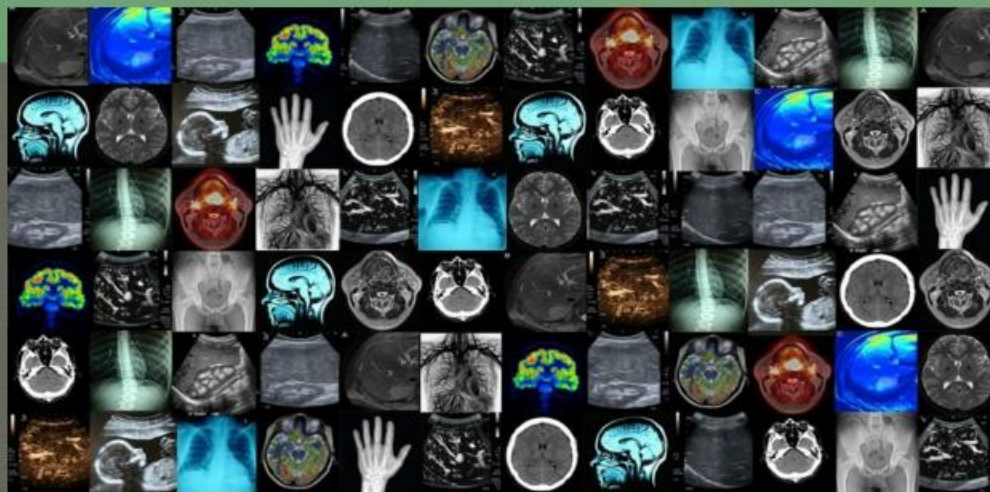


MACHINE LEARNING (dal 1980)

Apprendimento automatico

Sottoinsieme delle tecniche di AI che utilizza metodi statistici per consentire alle macchine di migliorare le proprie capacità e prestazioni.

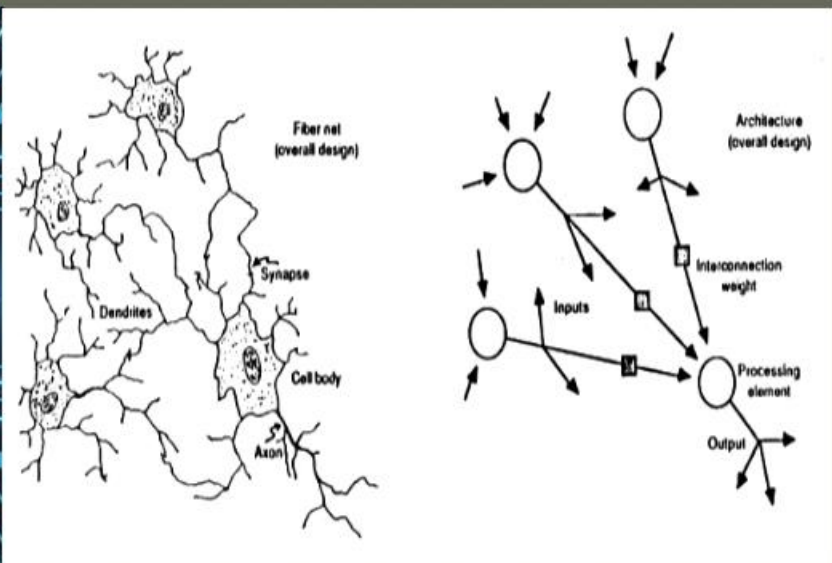
La macchina deve essere addestrata da diversi dataset; necessita di molte informazioni per poter distinguere ad esempio in un RX del torace osso, polmone, cuore e mediastino.



DEEP LEARNING (dal 2010)

Apprendimento profondo nettamente superiore a quello automatico (capace di apprendere).

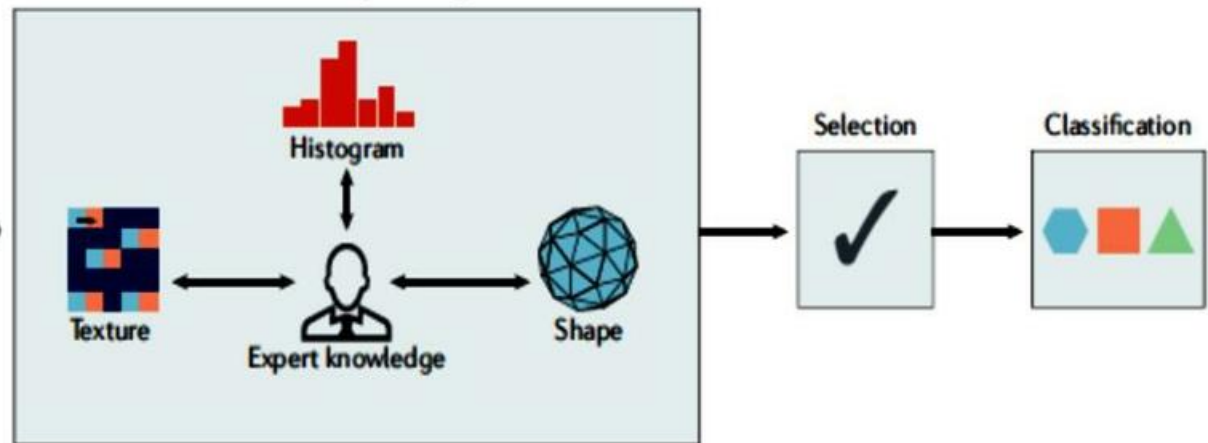
Sono algoritmi ispirati alla struttura e alla funzione del cervello chiamate reti neurali artificiali convoluzionali CNN (neuroni vs percettroni). La macchina sceglie, decide e apprende con risultati superiori a quelli umani, ed è in grado di riconoscere le immagini biomediche



DEEP LEARNING

a Predefined engineered features + traditional machine learning

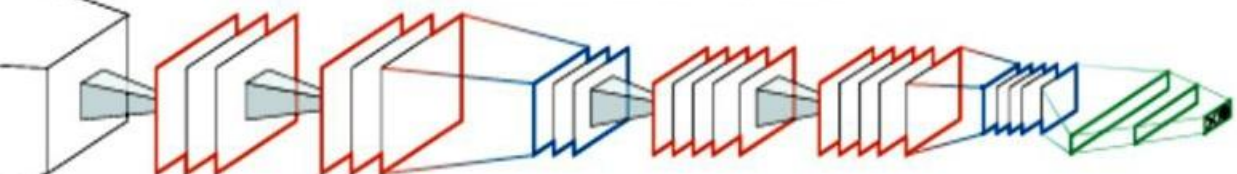
Feature engineering



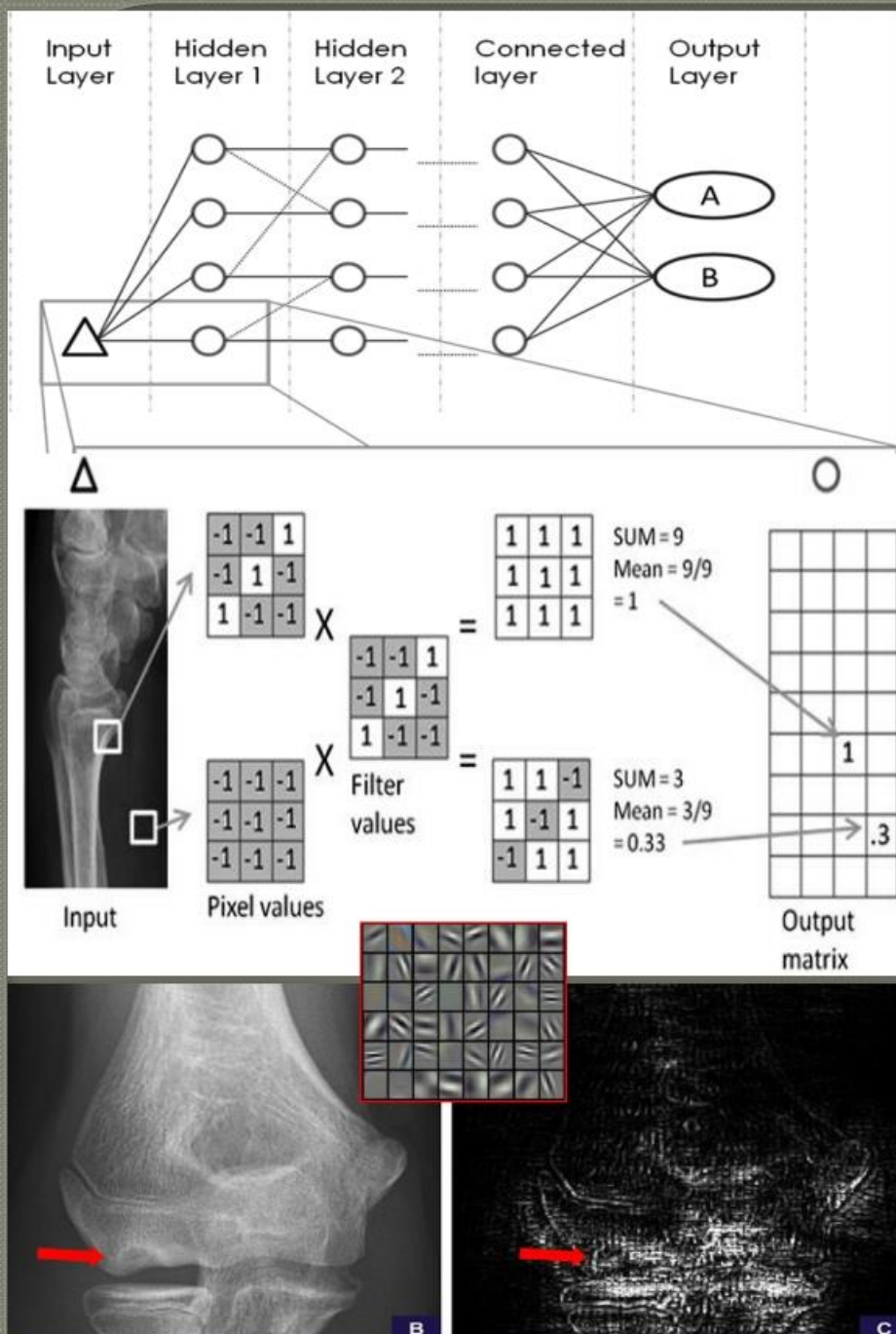
b Deep learning

Input Hidden layers Output

Increasingly higher-level features



- Convolution layers for feature map extraction
- Pooling layers for feature aggregation
- Fully connected layers for classification



Meccanica di base delle CNN

(convolutional neural networks)

Architettura astratta delle Reti neurali convoluzionali (CNN)

Esempio semplificato di come si utilizza un **filtro** nell'identificare una caratteristica dell'immagine, in questo caso una linea diagonale.

L'immagine in ingresso è prima convertita in una matrice di valori di pixel che possono essere campionati utilizzando più filtri. Questi filtri sono sviluppati dal processo di formazione usando una tecnica chiamata back propagation.

Si utilizza la back propagation per generare **mappe di salienza** che ci permettono di esaminare le aree di studio

Acta Orthopaedica 2017; 88 (6): 581–586

Artificial intelligence for analyzing orthopedic trauma radiographs. Deep learning algorithms are they on par with humans for diagnosing fractures?

OLCZAK , FAHLBERG, MAKI , RAZAVIAN , JILERT, STARK, SKÖLDENBERG, GORDON

Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

Acta Orthopaedica 2018; 89 (4): 468–473

Automated detection and classification of the proximal humerus fracture by using deep learning algorithm

CHUNG, HAN, LEE, OH , KIM , YOON , MOON , KWON , NOH , KIM

Department of Orthopaedic Surgery and Department of Radiology, Konkuk University School of Medicine, Seoul; Korea

Acta Orthopaedica 2019; 90 (x): 1–7

Artificial intelligence detection of distal radius fractures: a comparison between the convolutional neural network and professional assessments

GAN, XU, LIN, SHEN, ZHANG, HU, ZHOU, BI, PAN, WU, LIU

Department of Orthopaedics, Ningbo Medical Center, China

Radiology: Artificial Intelligence 2019; 1(3)

Convolutional Neural Networks for Automated Fracture Detection and Localization on Wrist Radiographs

YEE LIANG THIAN, YITING LI, BENG, POOJA JAGMOHAN, DAVID SIA, ERN YAO CHAN, ROBBY T. TAN,

National University of Singapore

Radiology: Artificial Intelligence 2019; 1(1)

Binomial Classification of Pediatric Elbow Fractures Using a Deep Learning Multiview Approach Emulating Radiologist Decision Making

JESSE C. RAYAN, NAKUL REDDY, J. HERMAN KAN, WEI ZHANG, ANANTH ANNAPRAGADA

Department of Pediatric Radiology, Texas Children's Hospital,



1376 RX Fratture

	CNN	General physician	General orthopedist	Orthopedists specialized in shoulder	p-value
Top-1 accuracy (%)	96 (94–97)	85 (80–90) ^a	93 (90–96)	93 (87–99)	< 0.001
Sensitivity	0.99 (0.99–1.00)	0.82 (0.78–0.87) ^a	0.93 (0.89–0.97)	0.96 (0.95–0.98)	< 0.001
Specificity	0.97 (0.97–0.98)	0.94 (0.93–0.96) ^a	0.97 (0.96–0.98)	0.98 (0.96–1.00)	0.002
Youden index	0.97 (0.96–0.97)	0.77 (0.72–0.82) ^a	0.90 (0.87–0.94)	0.94 (0.92–0.96)	< 0.001

150 RX Fratture



Observer	Label ^a	Accuracy % (Kappa)			
		Network	Reviewer 1	Reviewer 2	Gold standard
Label ^a	–	80 (0.6)	76 (0.5)	74 (0.5)	83 (0.7)
Network	80 (0.6)	–	84 (0.7)	86 (0.7)	83 (0.7)
Reviewer 1	76 (0.5)	84 (0.7)	–	90 (0.8)	82 (0.6)
Reviewer 2	74 (0.5)	86 (0.7)	90 (0.8)	–	82 (0.6)
Gold standard	83 (0.7)	83 (0.7)	82 (0.6)	82 (0.6)	–

400 RX Fratture



Factor	Inception-v4	Orthopedists	Radiologists	F-value	p-value
Accuracy (%) [CI]	279/300 (93) [90–96]	281/300 (94) [91–96]	252/300 (84) [80–88]^a	10.19	< 0.001
Sensitivity (%) [CI]	135/150 (90) [85–95]	139/150 (93) [89–97]	122/150 (81) [75–87]^a	5.07	0.007
Specificity (%) [CI]	144/150 (96) [93–99]	142/150 (95) [91–98]	130/150 (87) [81–92]^a	4.82	0.009
Youden Index (CI)	0.86 (0.80–0.91)	0.87 (0.82–0.93)	0.68 (0.61–0.75) ^a	11.62	< 0.001

Radiology: Artificial Intelligence 2019; 1(3)

Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Tears on Knee MR Images by Using Deep Learning

FANG LIU,BOCHEN GUAN, ZHAOYE ZHOU, ALEXEY SAMSONOV, HUMBERTO ROSAS

Department of Radiology, University of Wisconsin School of Medicine







PLOS Medicine November 27, 2018

Deep-learning-assisted diagnosis for MRI: development and retrospective validation of MRNet

Pranav Rajpurkar, Robyn L. BallID, Jeremy IrvinID, Allison Park, Erik Jones

Department of Computer Science, Stanford University, Stanford, California, USA

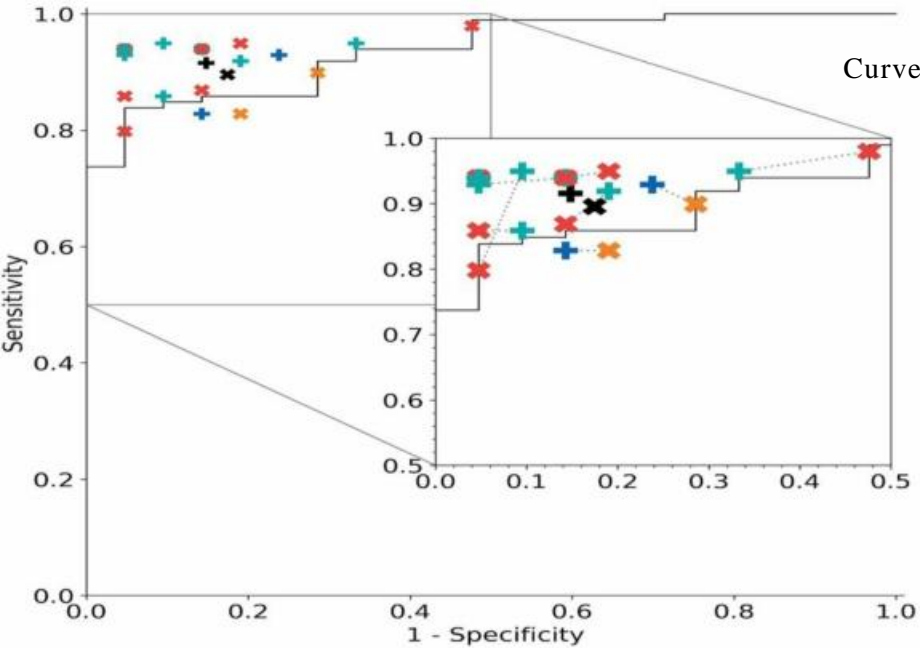
Table 2. Comparison of model and general radiologists on the validation set.

Prediction		Specificity (95% CI)	p-Value q-value	Sensitivity (95% CI)	p-Value q-value	Accuracy (95% CI)	p-Value q-value
Abnormality							
Model, threshold = 0.5		0.714 (0.500, 0.862)	—	0.879 (0.800, 0.929)	—	0.850 (0.775, 0.903)	—
Unassisted general radiologist micro-average		0.844 (0.776, 0.893)	0.247 0.344	0.905 (0.881, 0.924)	0.528 0.620	0.894 (0.871, 0.913)	0.201 0.301
ACL tear							
Model, threshold = 0.5		0.968 (0.890, 0.991)	—	0.759 (0.635, 0.850)	—	0.867 (0.794, 0.916)	—
Unassisted general radiologist micro-average		0.933 (0.906, 0.953)	0.441 0.566	0.906 (0.874, 0.931)	0.002 0.019	0.920 (0.900, 0.937)	0.075 0.173
Meniscal tear							
Model, threshold = 0.5		0.741 (0.616, 0.837)	—	0.710 (0.587, 0.808)	—	0.725 (0.639, 0.797)	—
Unassisted general radiologist micro-average		0.882 (0.847, 0.910)	0.003 0.019	0.820 (0.781, 0.853)	0.504 0.619	0.849 (0.823, 0.871)	0.015 0.082

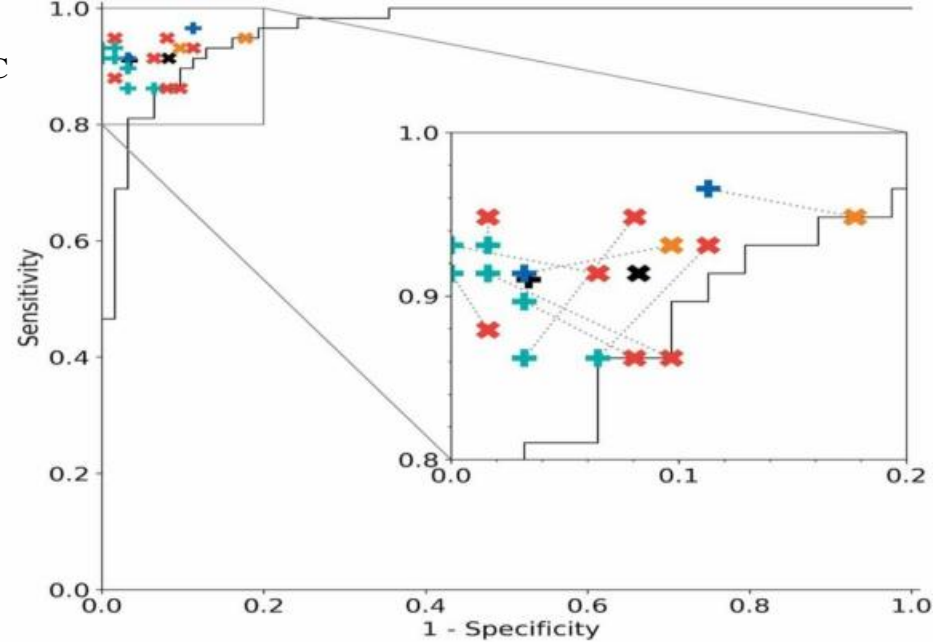
120 esami RM di ginocchia esaminate dalla macchina in 2 minuti

Una machine learning può costare fino a \$ 1000 USD.

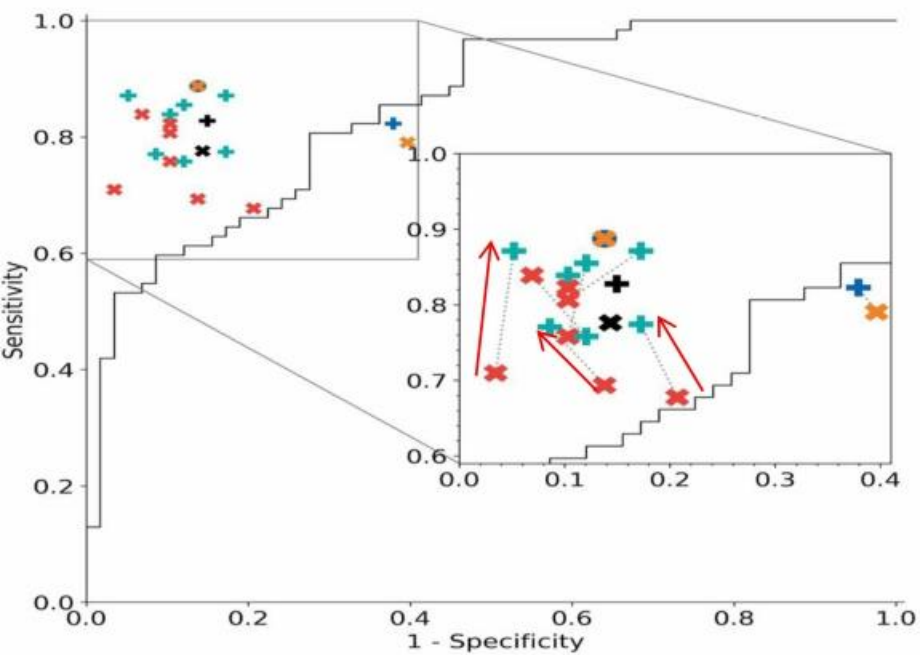
E' in grado di elaborare 260 milioni di immagini al giorno pari alla somma di tutte le scansioni MRI e TC eseguite in un giorno negli Stati Uniti.



(a) Abnormal



(b) ACL



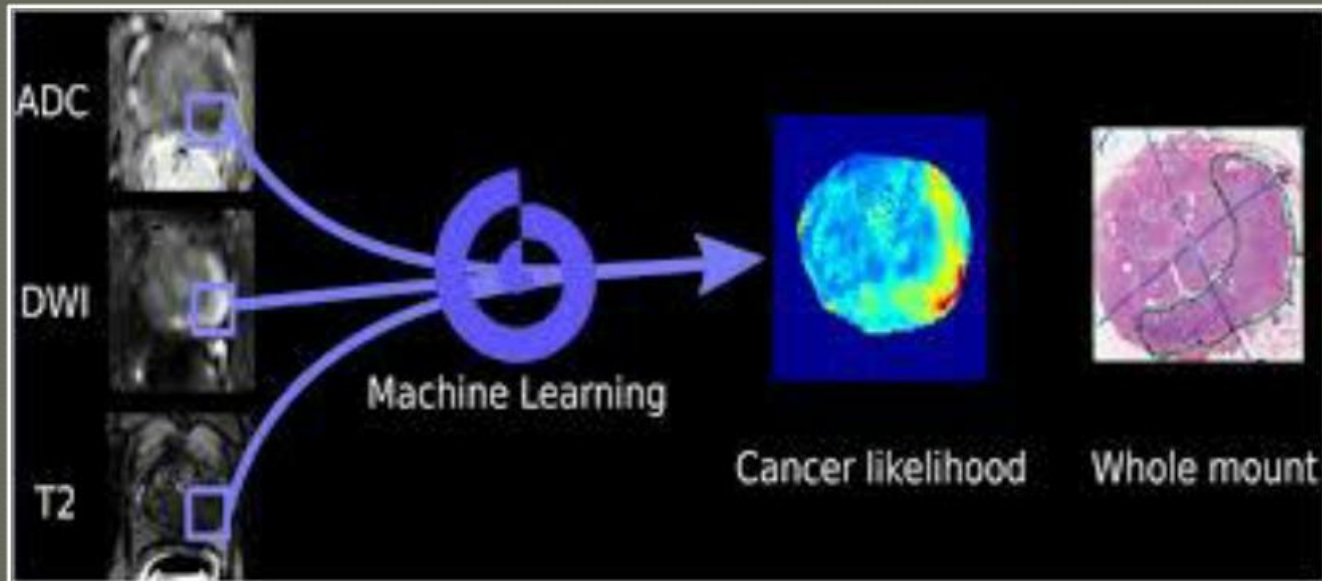
(c) Meniscus



Refertazione radiologica assistita

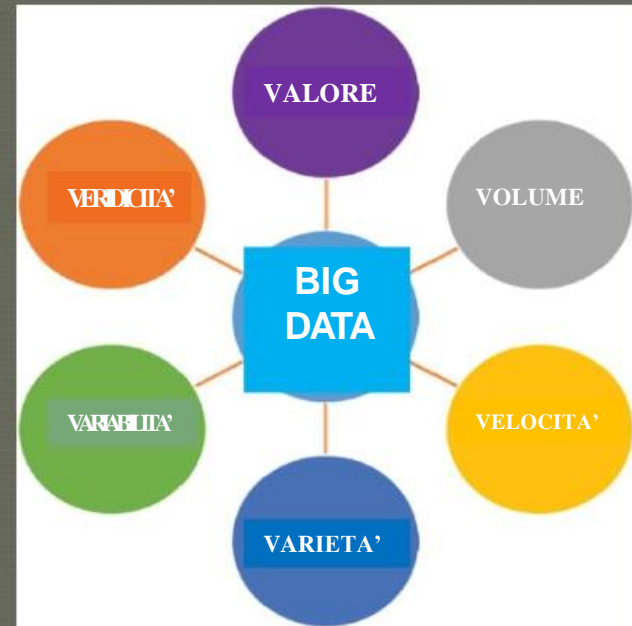
Radiomica

La **Radiomica** consiste nell'utilizzo di algoritmi di IA (Machine Learning) per estrarre una grande quantità di dati dalle immagini medicali (TAC, PET, RMN), per poi integrarli in modelli predittivi, capaci di migliorare e perfezionare la diagnosi radiologica. L'analisi visiva umana riesce ad estrarre solo il 10% di informazioni da una immagine radiologica. Se la stessa immagine viene analizzata da queste macchine è possibile ottenere ulteriori dati quantitativi oggettivi.

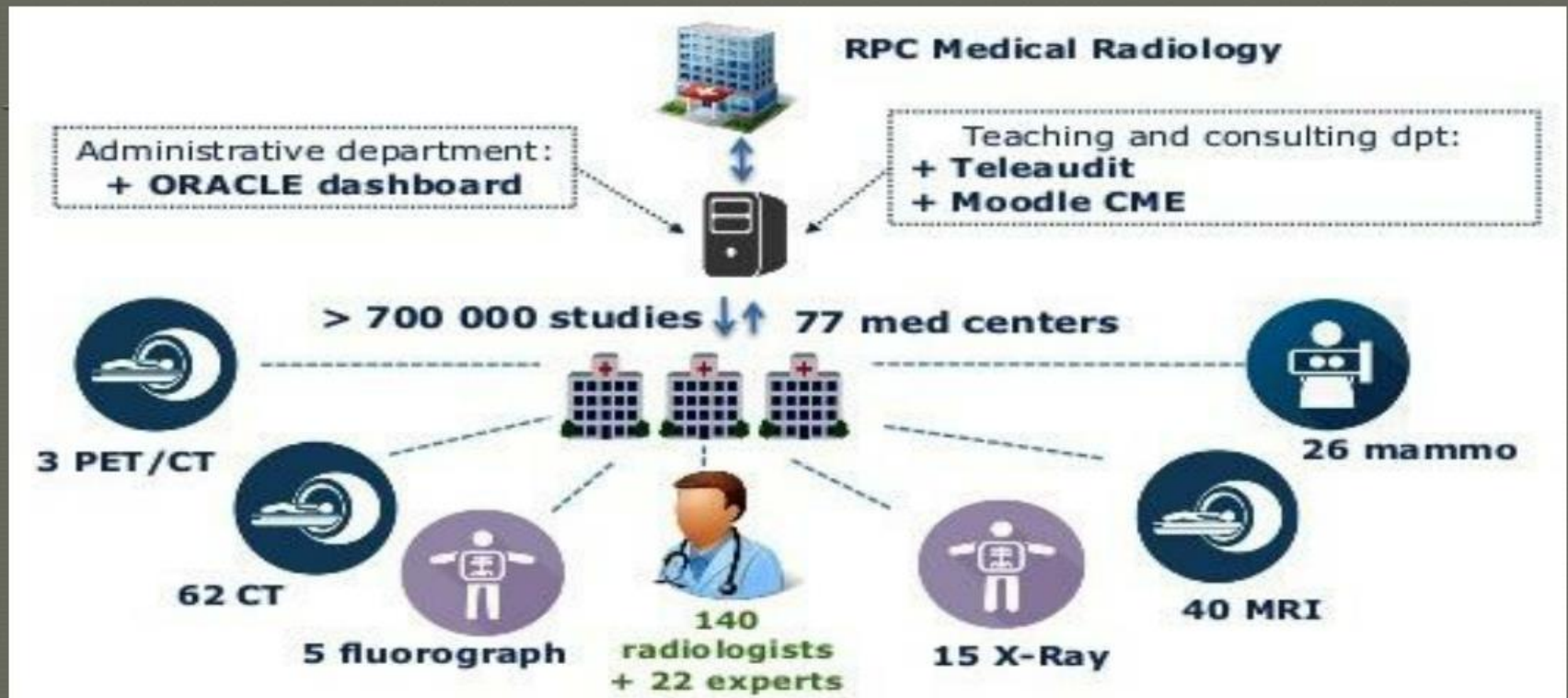


Big Data

Secondo la definizione ufficiale della Comunità Europea
“I Big Data in Sanità si riferiscono a grandi quantità di dati raccolti periodicamente o automaticamente, che vengono archiviati elettronicamente, riutilizzabili allo scopo di migliorare le prestazioni del Sistema Sanitario.”



BIG DATA IN RADIOLOGIA



L'enorme mole di dati raccolti in Radiologia, vengono elaborate e presentate sotto forma di grafici e tabelle capaci di supportare i Radiologi nel proprio lavoro al fine di armonizzare, standardizzare, ottimizzare le procedure diagnostiche e gestionali

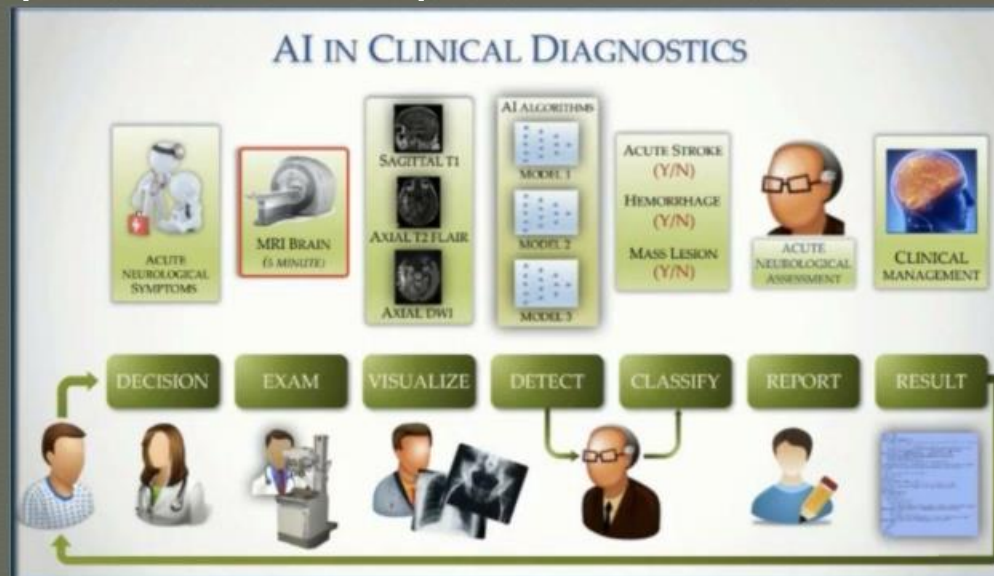
BIG DATA IN RM

Ottimizzare l'utilizzo delle diverse apparecchiature di RM
(macchine ad alto campo, aperte, dedicate)

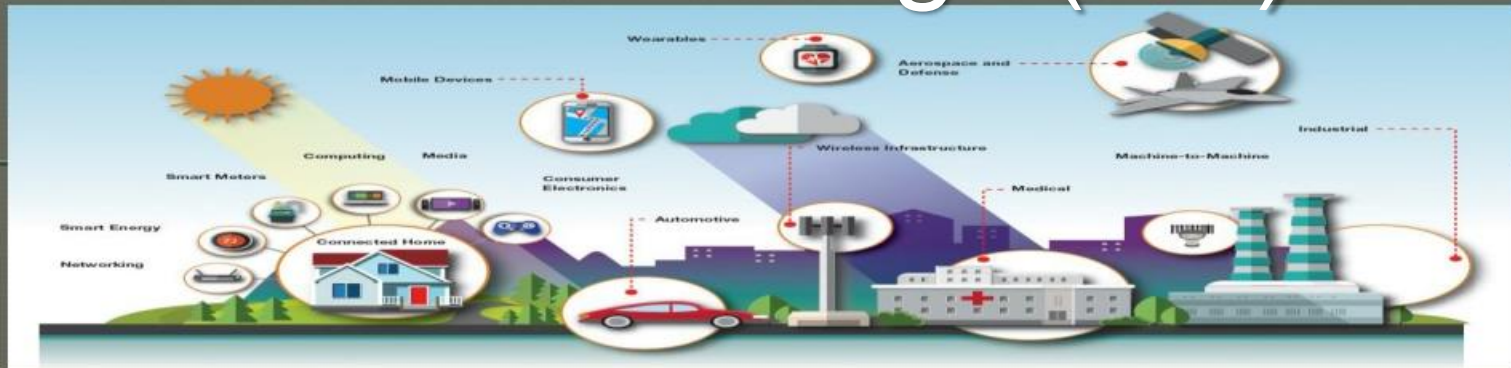
Armonizzare le procedure con adeguati protocolli di studio al fine
di raggiungere un alto livello di riproducibilità delle pratiche

Ottimizzare i parametri per ridurre i tempi di acquisizione
dell'esame RM senza perdere la qualità delle immagini prodotte
Ottimizzare il processo di programmazione degli esami nelle varie
sale diagnostiche

Ridurre i tempi di attesa del paziente o della consegna del referto



Internet of Things (IoT)



Internet of Things (IoT) s'intende una tipologia di dispositivi "intelligenti" connessi online che possono essere controllati e monitorati anche a distanza e che raccolgono e forniscono dati su di loro o sull'ambiente circostante (ad esempio, termostati, orologi, rilevatori e sensori ambientali, videocamere, ecc.)



Dispositivi medici impiantati nel paziente: controllo della pressione, livelli di glucosio, insulina, device cardiologici, neurostimolatori, etc

Impact of the rise of artificial intelligence in radiology: What do radiologists think?

Waymel Q¹, Badr S¹, Demondion X², Cotten A², Jacques T³.

La maggior parte dei Radiologi di questo studio ritiene che l'IA avrà un impatto positivo sulla loro pratica futura.

- 1) riduzione degli errori medici correlati all'Imaging (81%)
- 2) riduzione del tempo di interpretazione degli esami (74,4%)
- 3) aumento del tempo da trascorrere con i pazienti (52,2%)



La sostituzione del Radiologo con IA apre importanti questioni legate ad:

Aspetti medico-legali

Chi si assume la responsabilità del paziente esaminato? dell'esame eseguito (radioprotezione, somministrazione del mdc,) ? del referto con validità medico legale? Se sbaglia la macchina di chi è la colpa?

Questioni etiche (legate alla gestione dei dati del paziente).

Chi si fa garante: della privacy , del consenso informato, della protezione dei dati, della proprietà e l'obiettività e il possibile divario tra coloro che hanno o non hanno le risorse per gestire e analizzare grandi quantità di dati



Geoffrey Hinton, informatico inglese “padre del Deep Learning”



" Se lavori come Radiologo sei come Willy il Coyote. . . sei già oltre il limite del precipizio, ma non hai ancora guardato in basso "

A questa provocazione si potrebbe rispondere alla **Mark Twain** che, dopo che aver saputo della pubblicazione del suo necrologio disse:

“Spiacente di deludervi, ma la notizia della mia morte è grossolanamente esagerata”



GRAZIE





Digitalizzazione del processo chirurgico: Identifying the procedural gap and improved methods for mantaining accuracy during THA

C. Stagni, A. Mazzotta, D. Dallari

Chirurgia Ortopedica Ricostruttiva e Tecniche Innovative
Istituto Ortopedico Rizzoli

INTRODUZIONE

EPIDEMIOLOGIA:

- Prevalenza artrosi
 - Asia-africa => 3%
 - USA => 7,2%
 - Europa => 10,1%



PREVISIONI:

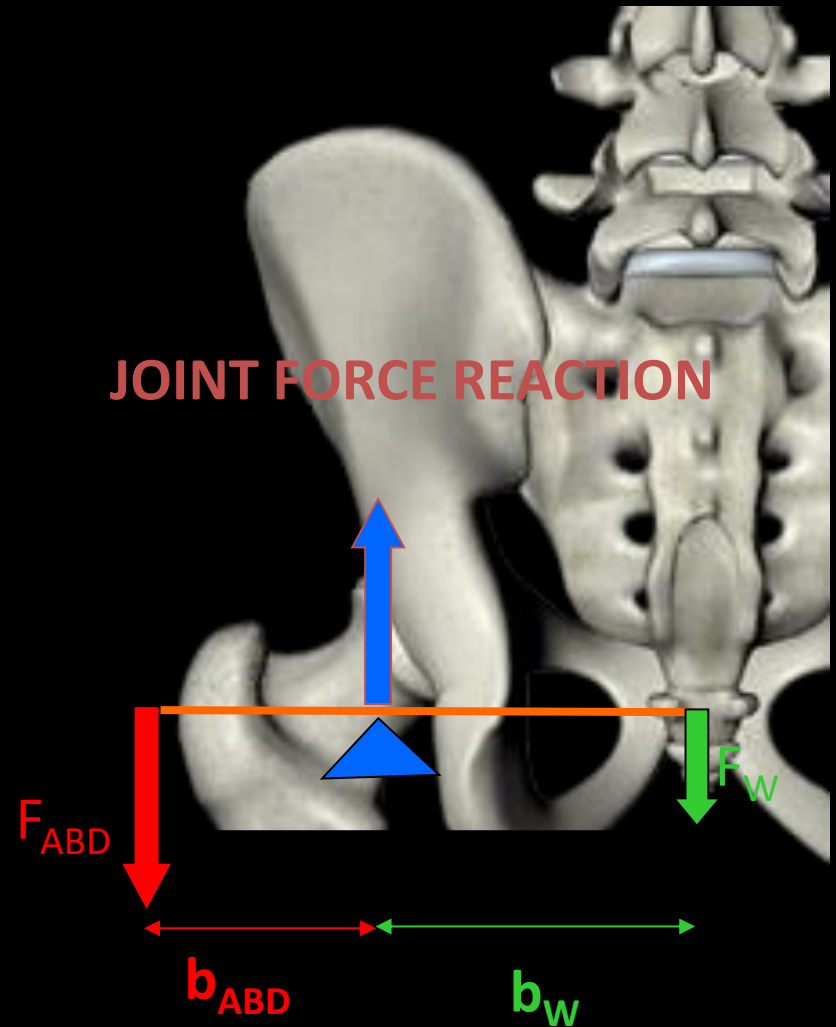
- 2005 => 21,4 milioni → 2030 => 41,1 milioni
- In USA => Crescita del 174% e 572.000 impianti primari
- 13,7 miliardi in USA nel 2009

BIOMECCANICA DELL'ANCA

EQUILIBRIO DEL MOMENTO TORCENTE

$$F_{ABD} * b_{ABD} = F_W * b_W$$

ANCA STABILE



GLI OBIETTIVI

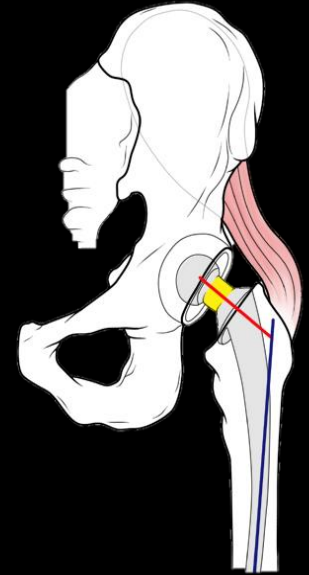
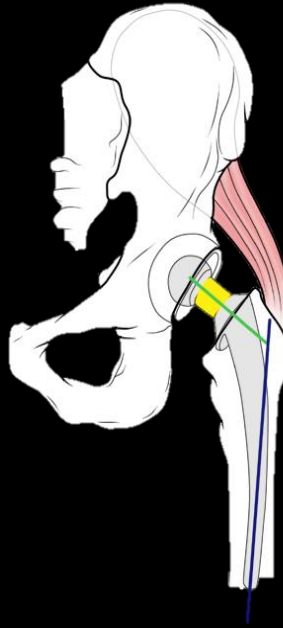
RICOSTRUIRE LA BIOMECCANICA

1. LUNGHEZZA DELL'ARTO
2. OFF SET
3. POSIZIONE DEL COTILE

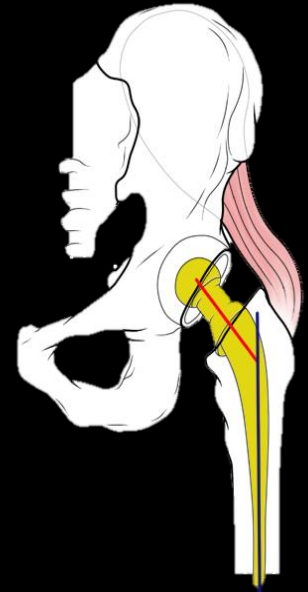
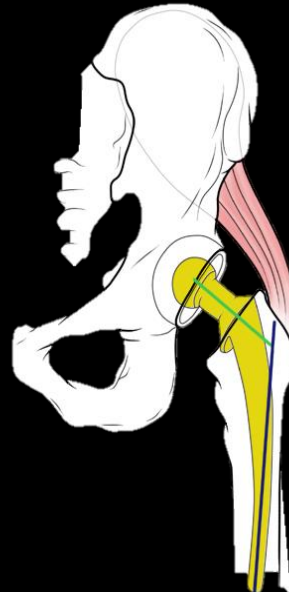


OFFSET FEMORALE

Lunghezza



Angolo cervico-diafisario



ORIENTAMENTO COMPONENTI PROTESICHE

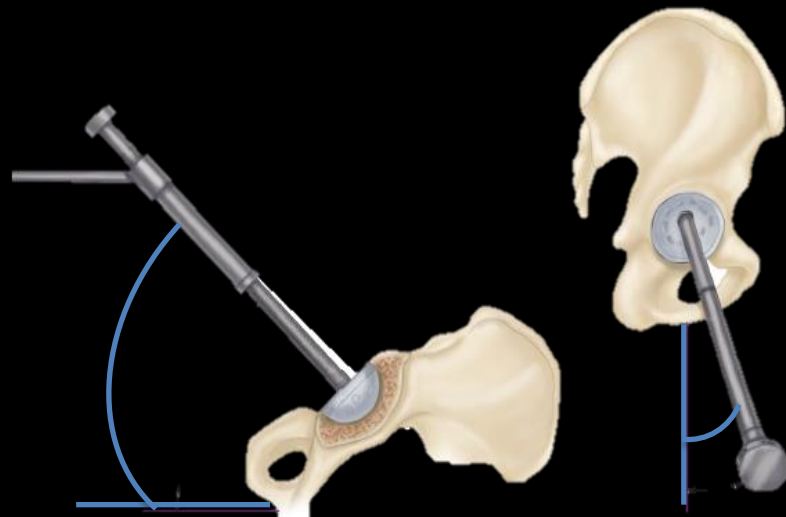
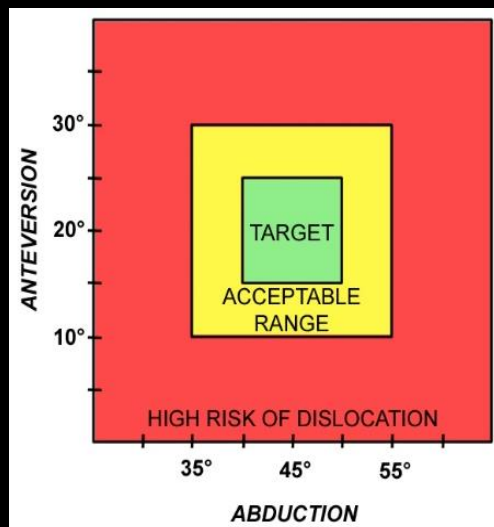
... la combinazione ottimale è:

- 45° di abduzione del cotile**
- 20° di antiversione del cotile**
- 15° di antiversione dello stelo**

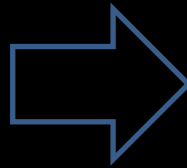
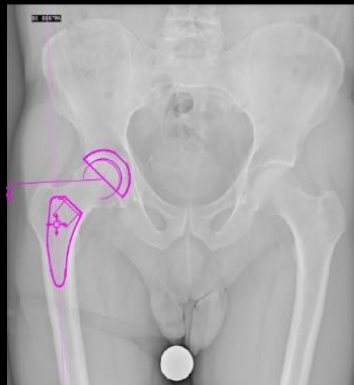
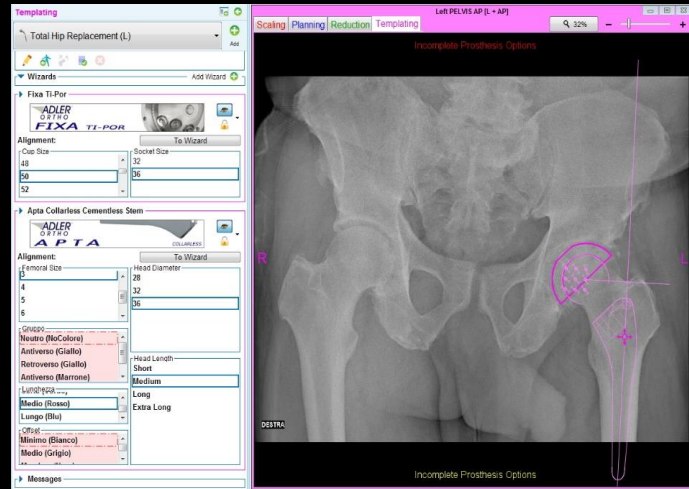
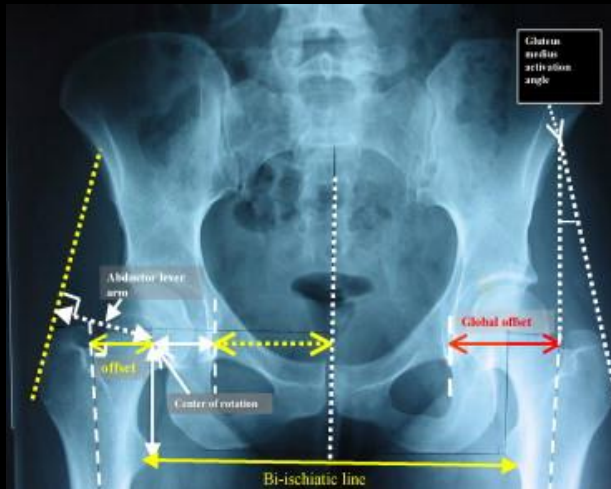


Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. J Bone Joint Surg [Am] 1978

Campbell's Operative Orthopaedics, 13 Edition - 2017



PLANNING PRE – OPERATORIO

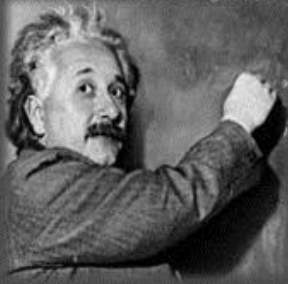


**... ma la teoria è facile da
mettere in pratica??**

*La teoria è quando si sa tutto e
niente funziona.*

*La pratica è quando tutto funziona
e nessuno sa il perché.*

*In questo caso abbiamo messo
insieme la teoria e la pratica: non c'è
niente che funziona*



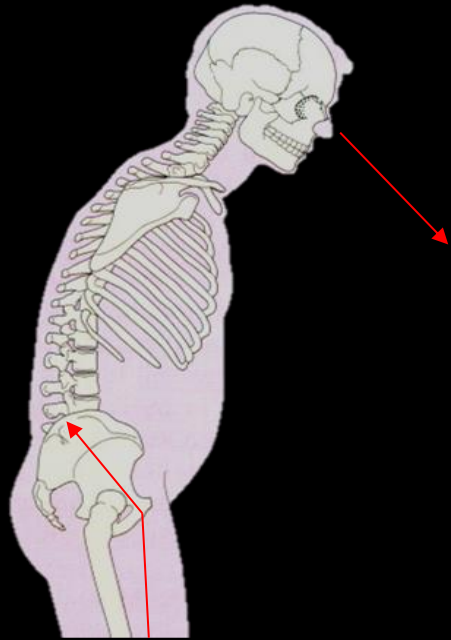
..... e nessuno sa perché...

Albert Einstein

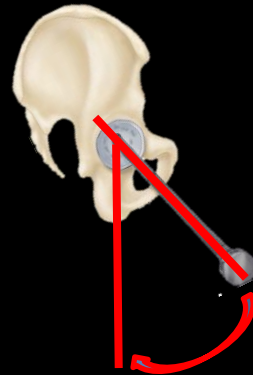
SPONDILITE ANCHILOSANTE

Rischio lussazione ANTERIORE

Raccomandato il posizionamento del cotile con
15° in meno di antiversione



20°



0-10°

Tang WM, Chiu KY. Primary Total Hip Arthroplasty in Patients With Ankylosing Spondylitis. J Arthrop 2000

N.B. Oltre i 20° di tilt pelvico posteriore NON è possibile assicurare un arco di movimento sicuro

[Bone Joint J.](#) 2014 Mar;96-B(3):360-5. doi: 10.1302/0301-620X.96B3.32774.

Decision making regarding spinal osteotomy and total hip replacement for ankylosing spondylitis: experience with 28 patients.

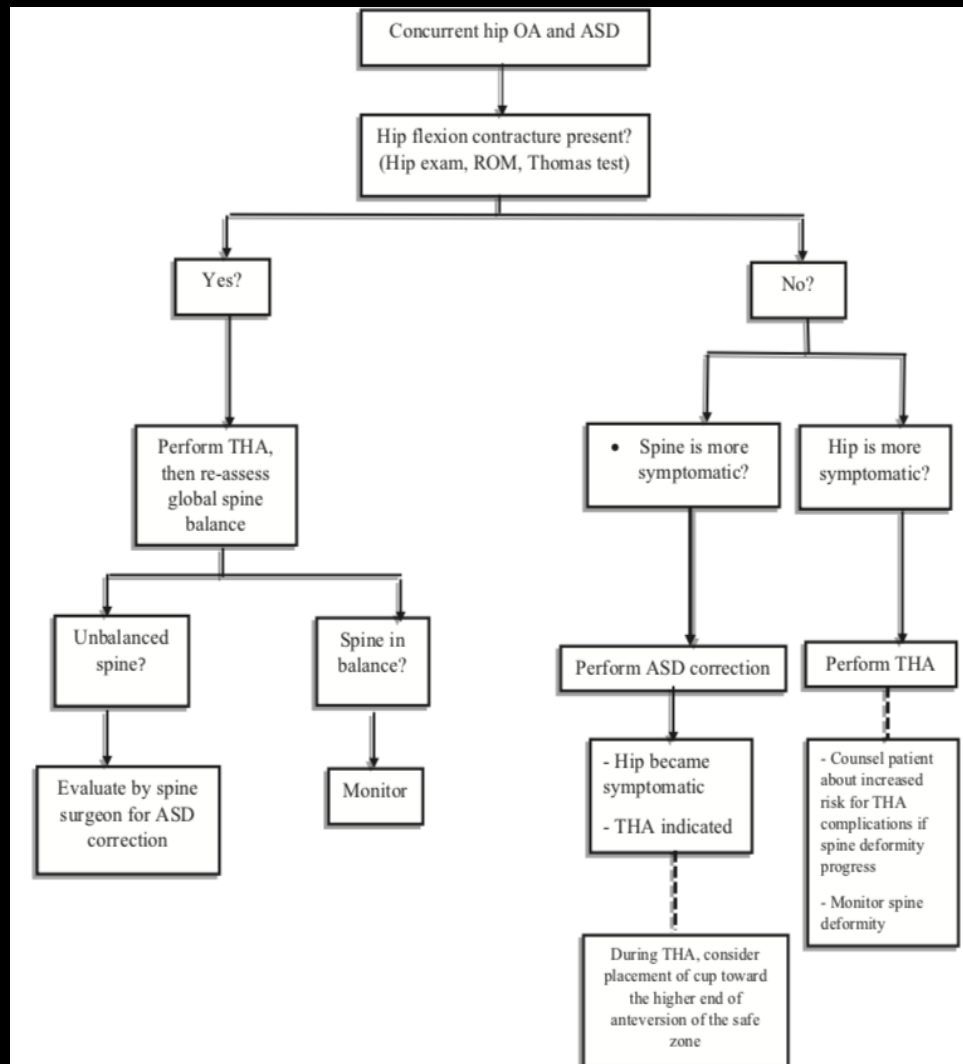
[Zheng GQ](#)¹, [Zhang YG](#), [Chen JY](#), [Wang Y](#).

required revision in either group. Although this non-comparative study only involved a small number of patients, given our experience, we believe a spinal osteotomy should be performed prior to a THR, unless the deformity is so severe that the procedure cannot be performed.

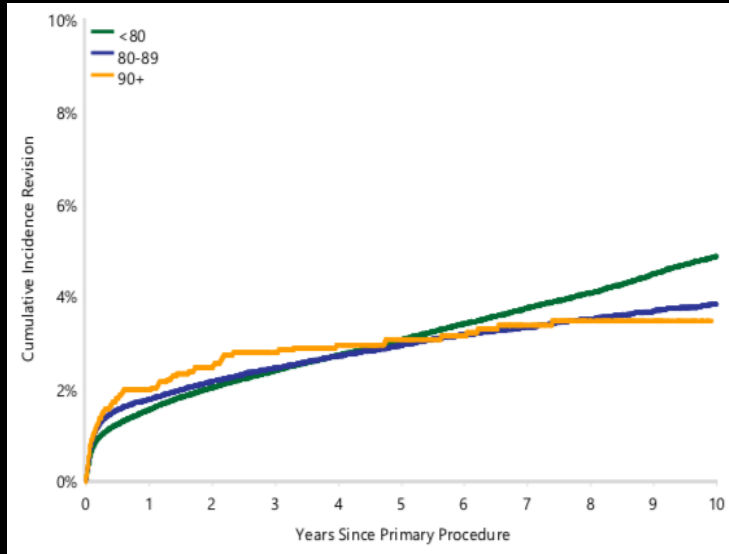
The Impact of Spino-Pelvic Alignment on Total Hip Arthroplasty Outcomes: A Critical Analysis of Current Evidence

Assem A. Sultan, MD, Anton Khlopas, MD, Nicolas S. Piuze, MD, Morad Chughtai, MD, Nipun Sodhi, BA, Michael A. Mont, MD *

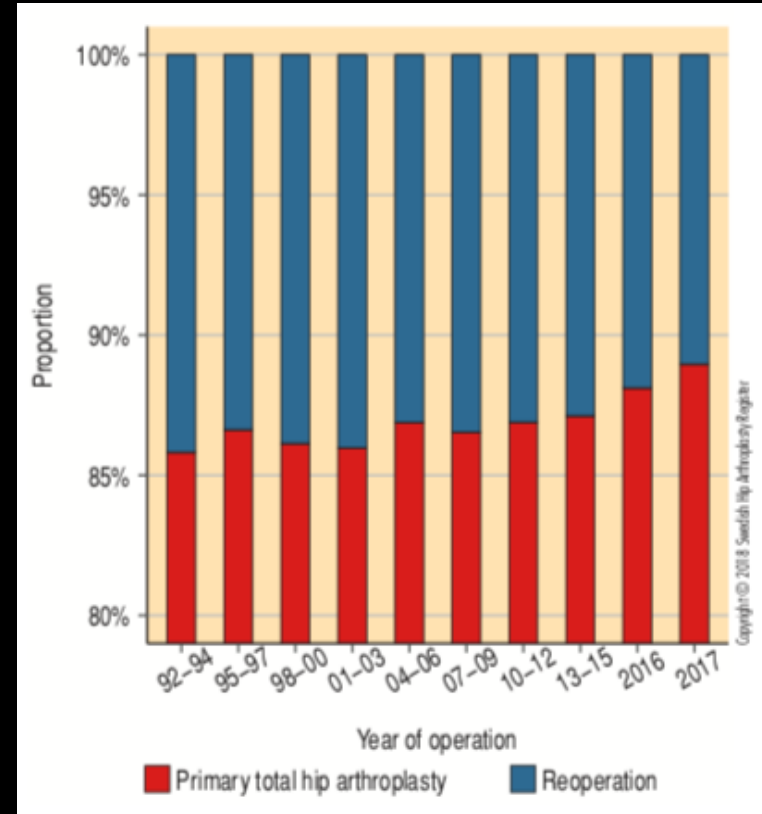
Department of Orthopaedic Surgery, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio



FALLIMENTO PTA



Incidenza
cumulativa delle
revisioni nelle PTA
primarie in base
all'età

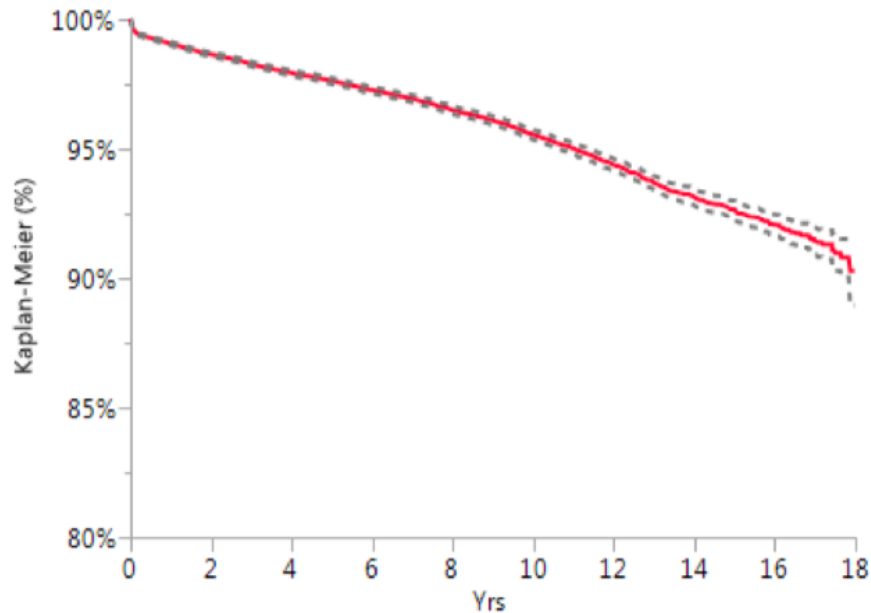


Distribuzione dei reinterventi
(revisione + altro)



FALLIMENTO PTA

Curva di sopravvivenza



Analisi della
sopravvivenza della
protesi totale primaria -
revisioni maggiori

Numero protesi totale primaria convenzionale	Rimozioni	Proporzione di Sopravvivenza percentuale cumulata a 17 anni	Intervallo confidenza al 95%	Follow-up medio
81.530	3.814	89,1	88,5-89,7	6,9

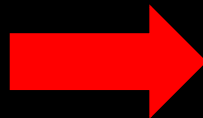
SODDISFAZIONE DELLA PTA

SODDISFAZIONE IMMEDIATA 81%

SODDISF A 3 MESI 90%

SODDISFAZIONE A LUNGO TERMINE 76% - 89%

**Insoddisfazione riportata tra il
15-30% dei casi**



Cause possibili:

- **Fattori legati al paziente**
- **Accuratezza di esecuzione**

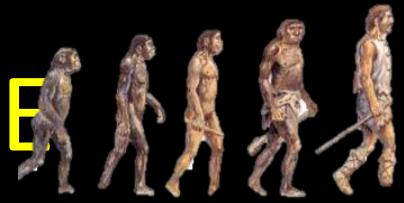
Kelly E, Campbell J, Murray P. Total hip replacement: patient satisfaction and early outcomes. Int J Health Care Qual Assur 2013;26(3):262–8.

Mancuso CA et al. Fulfillment of patients' expectations for total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2009;91(9):2073–8.

Wylde V et al. Prevalence and functional impact of patient-perceived leg length discrepancy after hip replacement. Int Orthop 2009;33(4):905–9.

Palazzo C et al. Determinants of satisfaction 1 year after total hip arthroplasty: the role of expectations fulfilment. BMC Musculoskelet Disord

L'EVOLUZIONE DEL PAZIENTE



L'EVOLUZIONE DEL PAZIENTE



Johanna Quaas, 87 aa.



... non pochi anni...



Ernestine Shepherd, 81 aa.

"The golden years" di Dean Bradshaw

M. N. S. 75 aa.



"The golden years" di Dean Bradshaw - M. N. S. 75 aa.



ACCURATEZZA DI ESECUZIONE



Length bibliography

- [1] Edeen J, Sharkey PF, Alexander AH (1995) Clinical significance of leg-length inequality after total hip arthroplasty. *Am J Orthop* 24:347–351
- [2] White TO, Dougall TW (2002) Arthroplasty of the hip. The leg length is not important. *J Bone Jt Surg (Br)* 84-B:335–338
- [3] Elson RA (2003) Arthroplasty of the hip. *J Bone Jt Surg (Br)* 85(4):620–621
- [4] Della Valle CJ, Di Cesare PE (2002) Complications of total hip arthroplasty: neurovascular injury, leg-length discrepancy, and instability. *Bull Hosp Jt Dis* 60(3–4):134–142
- [5] Wylde V, Whitehouse L, Taylor HA, Pattison GT, Bannister GC, Blom AW (2008) Prevalence and functional impact of patient perceived leg length discrepancy after hip replacement. *Int Orthop* 24(2):210–216
- [6] Sykes A, Hill J, Orr J, Humphreys P, Rooney A, Morrow E, Beverland D. Patients' perception of leg length discrepancy post total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2015 Sep-Oct;25(5):452–6
- [7] Desai AS, Dramis A, Board TN. Leg length discrepancy after total hip arthroplasty: a review of literature. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013 Dec;6(4):336–41
- [8] Konyves A, Bannister GC. The importance of leg length discrepancy after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 2005 87 2 155–157
- [9] Austin SM, Hozack JW, Sharkey PF, Rothman RH. Stability and leg length equality in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2003;18(3 Suppl 1):88–90
- [10] Maloney WJ, Keeney JA (2004) Leg length discrepancy after total hip arthroplasty. *J Arthropl* 19(4 Suppl 1):108–110
- [11] Domb BG. Accuracy of Component Positioning in 1980 Total Hip Arthroplasties: A Comparative Analysis by Surgical Technique and Mode of Guidance. *J Arthroplasty.* 2015 Dec;30(12):2208–18

Offset

- [12] Mcgrory BJ, Morrey BF, Cahalan TD, et al. Effect of femoral offset on range of motion and abductor muscle strength after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:865–9.
- [13] Asayama I, Naito M, Fujisawa M, Kambe T. Relationship between radiographic measurements of reconstructed hip joint position and the Trendelenburg sign. *J Arthroplasty* 2002;17:747–51.
- [14] Spalding TJ. Effect of femoral offset on motion and abductor muscle strength after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:997–8.
- [15] Davey JR, O'Connor DO, Burke DW, Harris WH. Femoral component offset. Its effect on strain in bone-cement. *J Arthroplasty* 1993;8:23–6.
- [16] Sariali E, Klouche S, Mouttet A, Pascal-Moussellard H. The effect of femoral offset modification on gait after total hip arthroplasty. *Acta Orthop* 2014;85:123–7.
- [17] Karachalios T. A 12- to 18-year radiographic follow-up study of Charnley low-friction arthroplasty. The role of the center of rotation. *Clin Orthop* 1993;296:140–7.
- [18] Pagnano W. The effect of superior placement of the acetabular component on the rate of loosening after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:1004–14
- [19] Yoder SA, Brand RA, Pedersen DR, O'Gorman TW. Total hip acetabular component position affects component loosening rates. *Clin Orthop* 1988;229:79–87.
- [20] Sakalkale DP, Sharkey PF, Eng K, et al. Effect of femoral component offset on polyethylene wear in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 2001;388:125–34.
- [21] Bonin, N., Jacquot, L., Boulard, L. et al. *International Orthopaedics (SICOT)* (2016).
- [22] Cassidy KA, Noticewala MS, Macaulay W, Lee JH, Geller JA. Effect of femoral offset on pain and function after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012;27:1863–9.
- [23] Liebs TR, Nasser L, Herzberg W, Rüther W, Hassenpflug J. The influence of femoral offset on health-related quality of life after total hip replacement. *Bone Joint J.* 2014;96-B:36–42.

CONSEGUENZE DISMETRIA ERRATA IN THA

Principali problematiche:

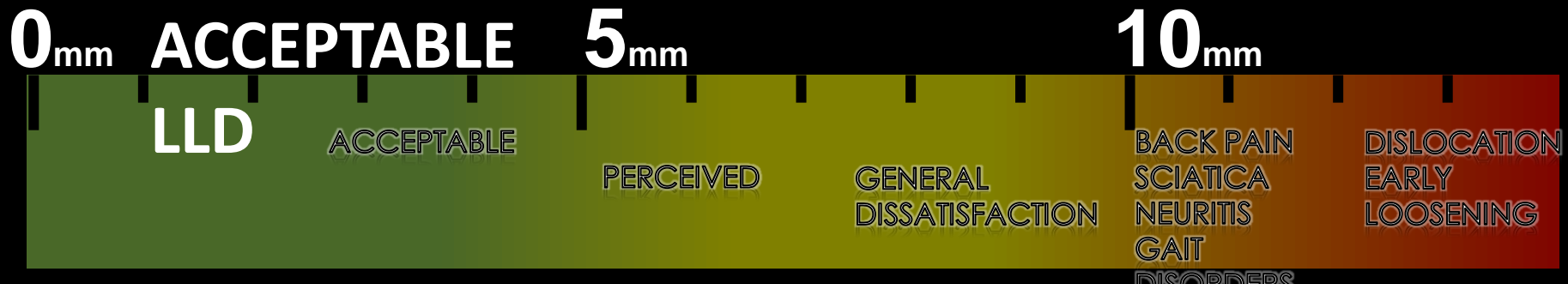


Lombo-sciatalgia ^[1,2], contratture muscolari, problemi nella deambulazione^[3], impingement, e mobilizzazione delle componenti protesiche ^{[5] [6]}.



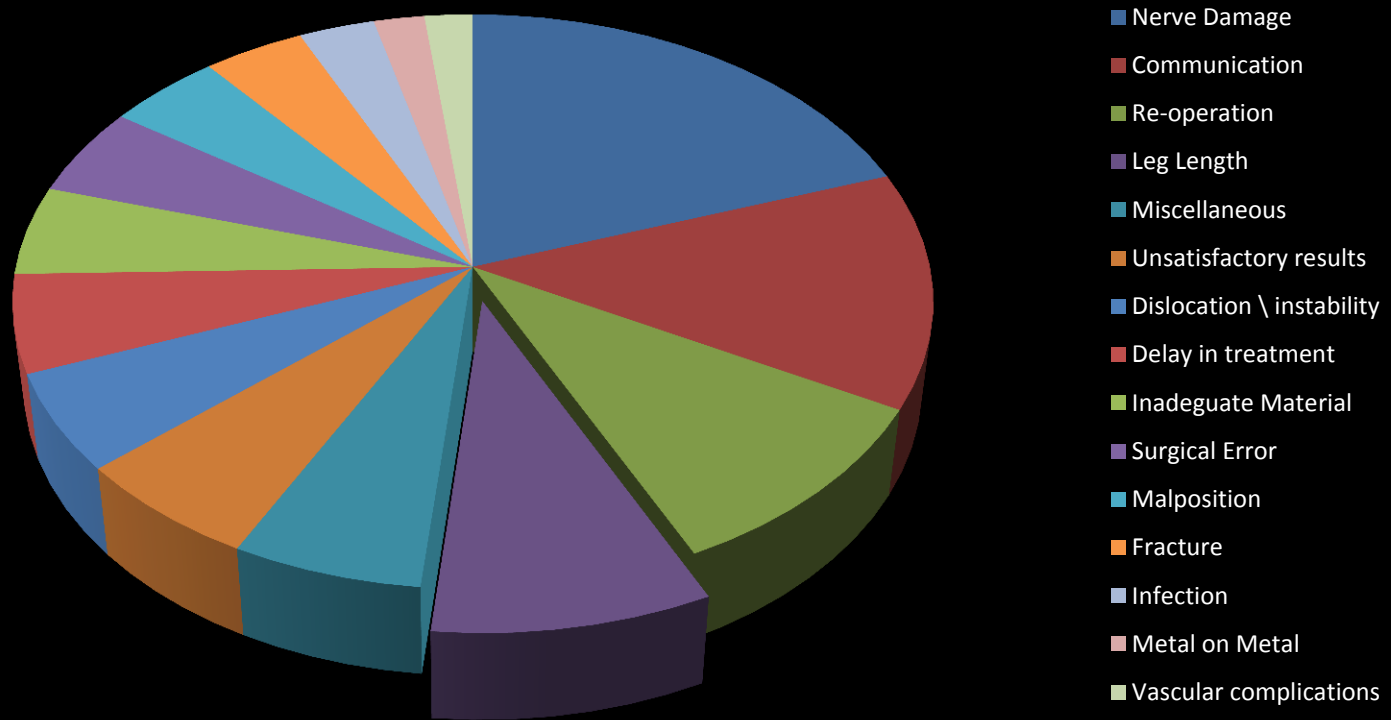
Insoddisfazione del paziente, morbidità, revisione chirurgica^[7-11].

Incidenza della dismetria in seguito a THA : 1 % - 27 %^[13]



Problematiche medico-legali

La dismetria è una delle principali motivi di **cause medico-legali** dopo l'intervento di THA ^[1]



CONSEQUENZE OFFSET ERRATO IN THA

Association between changes in global femoral offset after total hip arthroplasty and function, quality of life, and abductor muscle strength

A prospective cohort study of 222 patients

Sarwar S MAHMOOD¹, Sebastian S MUKKA¹, Sead CRNALIC¹, Per WRETENBERG², and Arkan S SAYED-NOOR¹

Results — All 3 groups improved ($p < 0.001$). The crude results showed that the decreased FO group had a worse WOMAC index, less abductor muscle strength, and more use of walking aids. When we adjusted these results with possible confounding

Interpretation — A reduction in global FO of more than 5 mm after THA appears to have a negative association with abductor muscle strength of the operated hip, and should therefore be avoided.

CONSEGUENZE OFFSET ERRATO IN THA

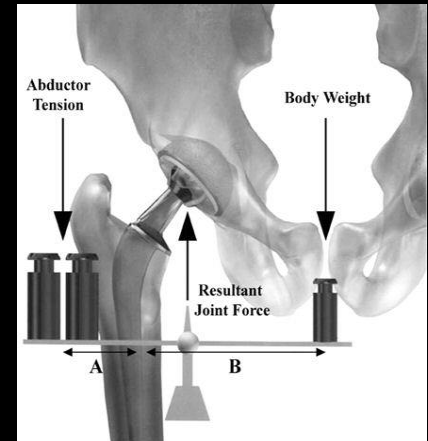
Principali problematiche:



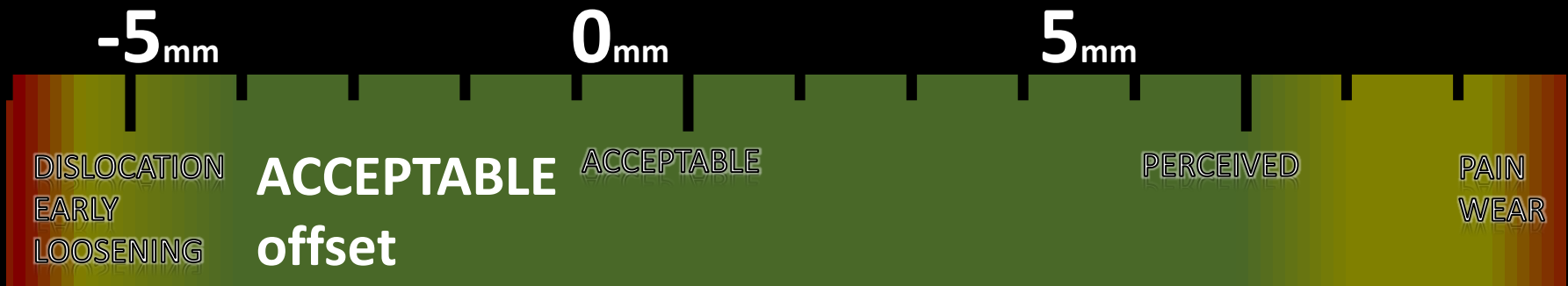
Stabilità dell'impianto, ROM, funzionalità degli abduttori e usura del polietilene

Causa di zoppia e di necessità di ausili per la deambulazione [12- 22]

Insoddisfazione del paziente



Non ci sono riferimenti INTRAOPERATORI anatomici affidabili [23]



PROCEDURAL GAP

Mancanza di metodi intraoperatori
riproducibili, accurati e cost-effective

1. Lunghezza
2. Off set
3. Posizione del cotile



Possibilità di errori



Aumento del rischio di fallimento e complicanze

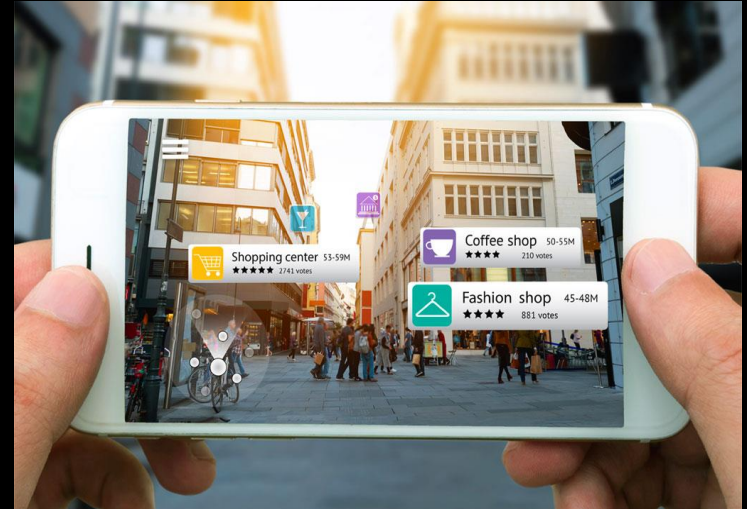


*La
tecnologia
può venirci
in aiuto?*



Posizionamento delle componenti

AUGMENTED REALITY



CHIRURGIA COMPUTER ASSISTITA (CAS) E ROBOTICA (RHS)

- Accuratezza
- Riproducibilità dei risultati
- Chirurgia mini-invasiva ???

CHIRURGIA “TRADIZIONALE” CHIRURGIA MINI-INVASIVA



Current state of the art in total knee arthroplasty computer navigation


Frederic Picard¹ · Kamal Deep¹  · Jean Yves Jenny²

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2016)

Review

HIP | HIP
International

A review of the evolution of robotic-assisted total hip arthroplasty

HIP International
2019, Vol. 29(3) 232–238
© The Author(s) 2019
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/1120700019828286
journals.sagepub.com/home/hpi


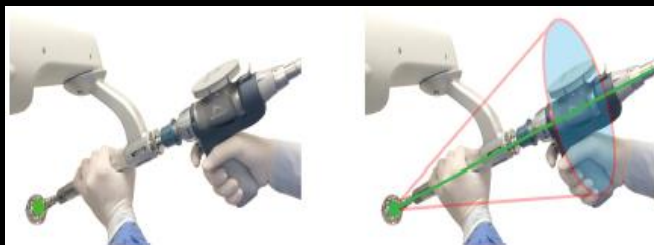
Padmanabhan Subramanian¹, Tom W Wainwright^{2,3},
Shayan Bahadori³ and Robert G Middleton^{2,3}

	Pre-operative image	Intra-operative image	Image-free
Active system	✓	x	✓
Semi-active system	✓	x	x
Passive system	✓	✓	✓

Vertical column are systems, and horizontal rows are modalities; ✓ existent systems; x underdevelopment or not existent



SISTEMI ATTIVI E SEMI-ATTIVI



■ JOINT ARTHROPLASTY: OPTIMIZING OUTCOMES

Assuring the long-term total joint arthroplasty

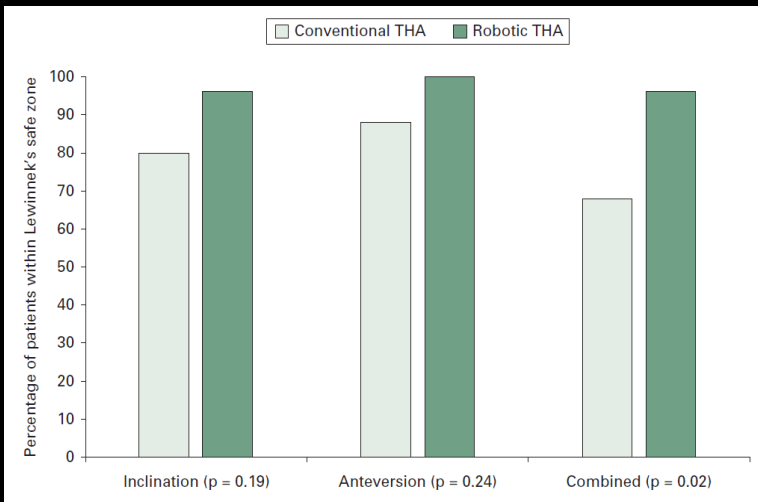
A TRIAD OF VARIABLES

B. Kayani

Bone Joint J 2019;101-B
(1 Supple A):11–8.



Robotic-arm assisted THA was associated with improved accuracy in restoring the native centre of rotation, better preservation of the combined offset, and more precise acetabular component positioning within the safe zones of inclination and anteversion compared with conventional manual THA.



Review

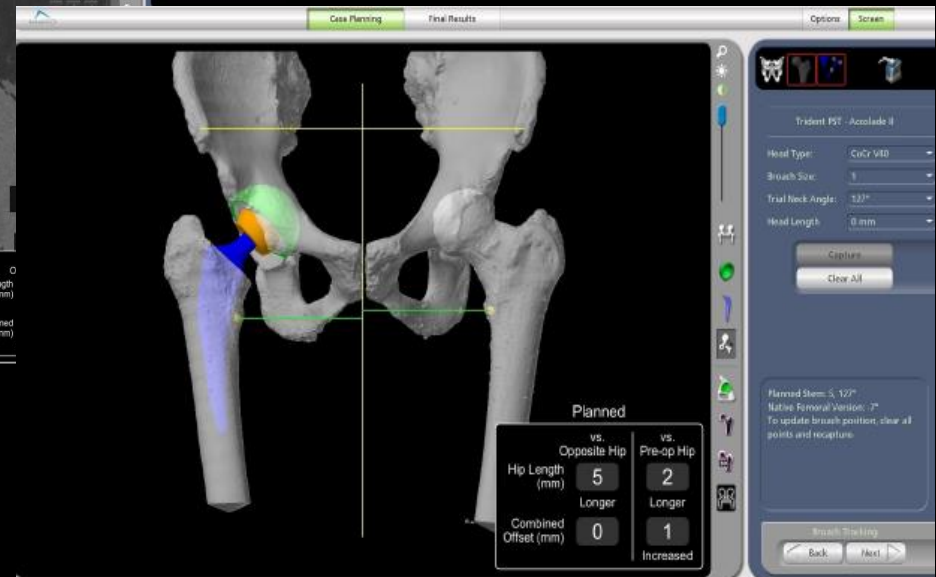
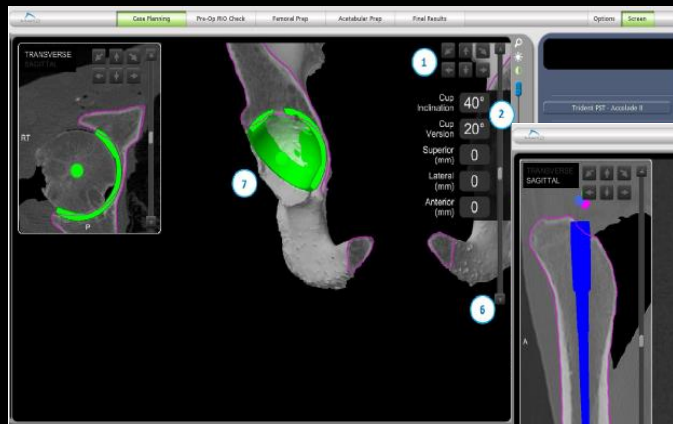
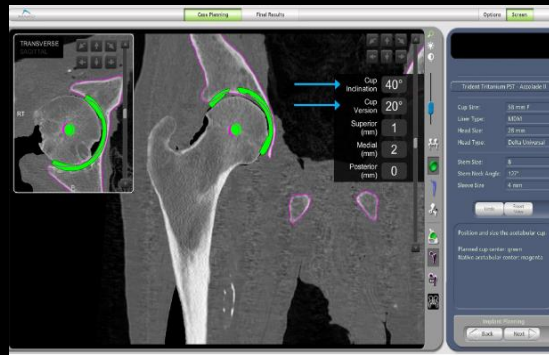
HIP
International

A review of the evolution of robotic-assisted total hip arthroplasty

Padmanabhan Subramanian¹, Tom W Wainwright^{2,3},
Shayan Bahadori³ and Robert G Middleton^{2,3}

HIP International
2019, Vol. 29(3) 232–238
© The Author(s) 2019
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/1120700019823286
journals.sagepub.com/home/hpi
SAGE

SISTEMI ATTIVI E SEMI-ATTIVI



CURRENT CONCEPTS REVIEW

Robotic Technology in Orthopaedic Surgery

2018 BY THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY, INCORPORATED

Antonia F. Chen, MD, MBA, Gregory S. Kazarian, BA, Galen W. Jessop and Asim Makhdoum, MD, MSc, FRCSC

- Robotic technology used in orthopaedics can be classified on the basis of direct and indirect action and according to the mechanism of cutting, including autonomous, haptic, and boundary control.
- Robotics have been used in multiple orthopaedic subspecialties including spine, total joint arthroplasty, trauma, shoulder, and foot and ankle.
- Advantages of using robotic technology in orthopaedics include the possibility of improving implant placement (e.g., reducing outliers), accessing certain anatomic areas, reducing complications, decreasing fluoroscopy use, and performing remote surgery.
- Disadvantages of using robotics in orthopaedics include increased costs, the need for updated software, the surgeon learning curve and increased operative time, imaging for preoperative templating, potential incorrect placement of implants with poor input of data from the surgeon, and possibly no difference in long-term outcomes.

Robotic surgery: disruptive innovation or unfulfilled promise? A systematic review and meta-analysis of the first 30 years

Alan Tan¹ · Hutan Ashrafian¹ · Alasdair J. Scott¹ · Sam E. Mason¹ ·
Leanne Harling¹ · Thanos Athanasiou¹ · Ara Darzi^{1,2}

Surg Endosc (2016)

Conclusions Our results showed that robotic surgery contributed positively to some perioperative outcomes but longer operative times remained a shortcoming. Better quality evidence is needed to guide surgical decision


Robotics in Hip and Knee Arthroplasty: Real Innovation or Marketing Ruse

The Journal of Arthroplasty xxx (2019)

Peter F. Sharkey, MD ^a, Javad Parvizi, MD, FRCS ^a, Robert E. Booth, MD ^{b, *}

judgment [3,4]. Paradoxically, those high-volume surgeons who can afford it, do not need it; low-volume surgeons who need it, cannot afford it. In addition to the high, fixed start-up cost of the

Current state of the art in total knee arthroplasty computer navigation

Frederic Picard¹ · Kamal Deep¹  · Jean Yves Jenny²

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2016)



	Pre-operative image	Intra-operative image	Image-free
Active system	✓	x	✓
Semi-active system	✓	x	x
Passive system	✓	✓	✓

Vertical column are systems, and horizontal rows are modalities; ✓ existent systems; x underdevelopment or not existent

Produrre **un'immagine digitale**, che guida il chirurgo durante l'intervento come fosse una **mappa**

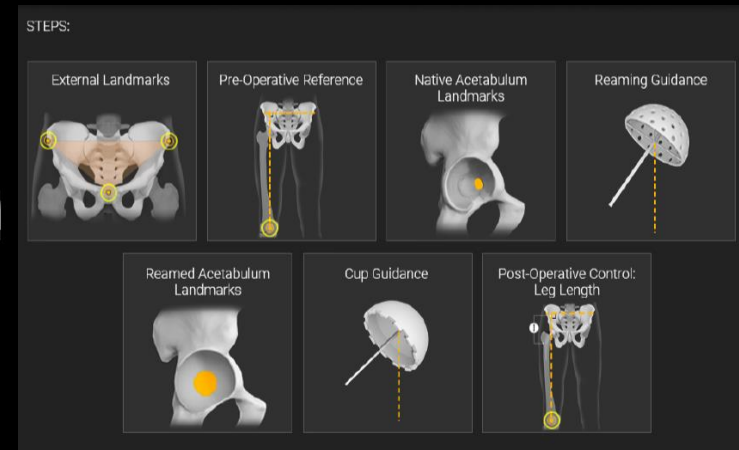
Gli **strumenti chirurgici** possono essere inclusi nella mappa e il loro **orientamento** può essere **controllato e verificato** nell'ordine di un millimetro o di un grado



CHIRURGIA COMPUTER ASSISTITA

SISTEMI PASSIVI

- Immagini pre-operatorie → ricostruzioni 3D con RMN, TC...
- Immagini intra-operatorie → fluoroscopia
- Senza immagini → riferimenti anatomici intraoperatori



CAS SENZA IMMAGINI

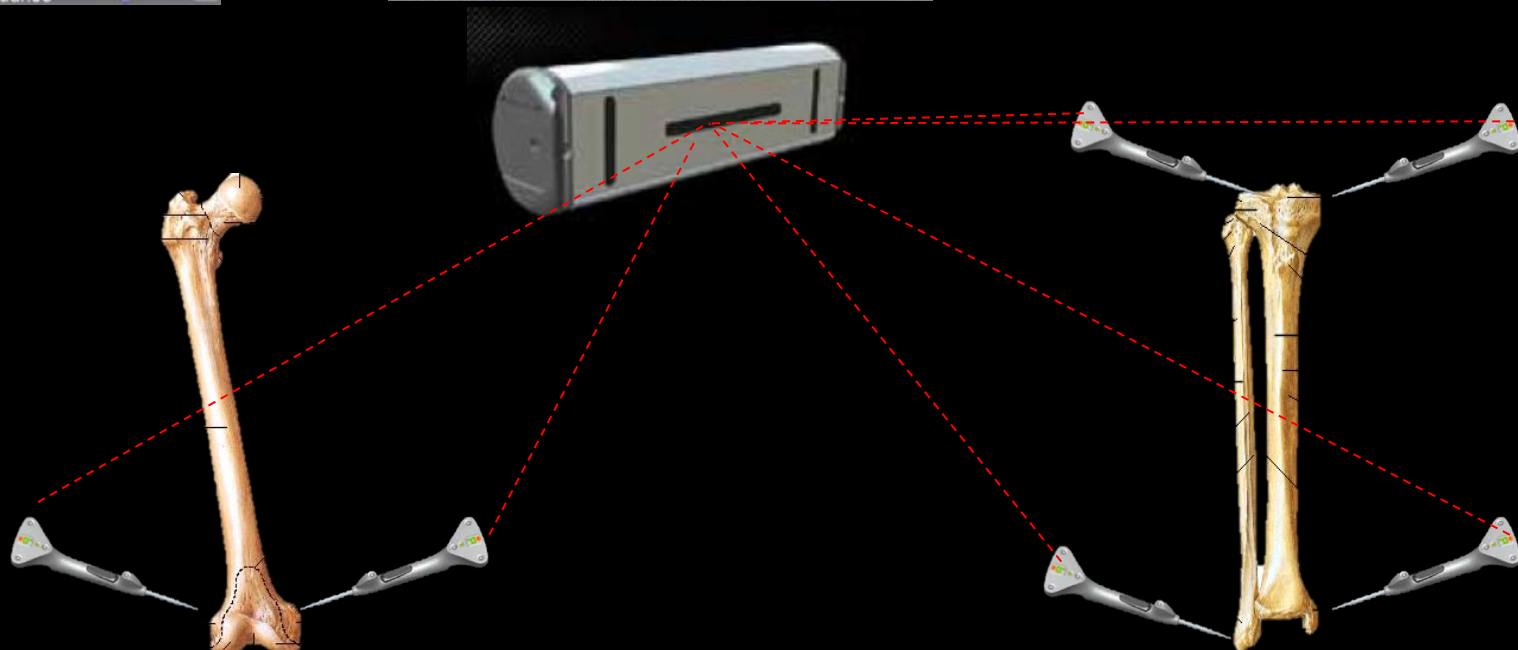
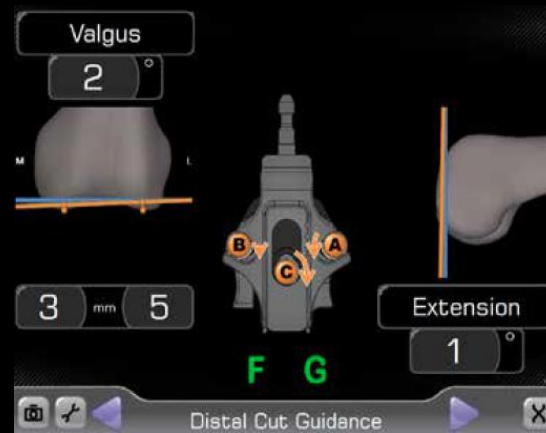
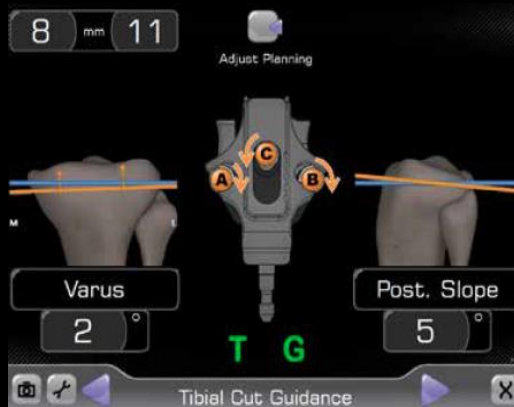
Rirpoduzione di un' **IMMAGINE DIGITALE** tramite 4 tecnologie:

- Ultrasuoni
- Infrarossi
- Elettromagnetismo
- Sistemi inerziali
- (TLC VISIBILE)

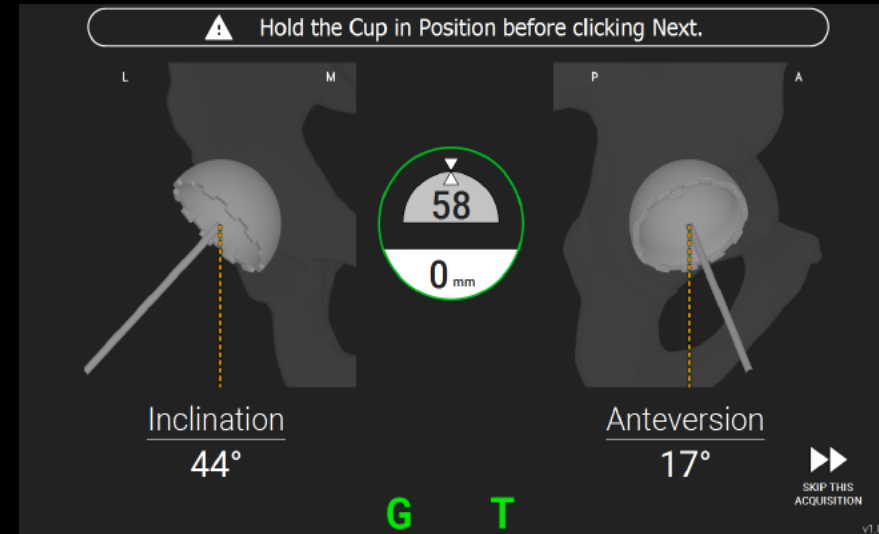
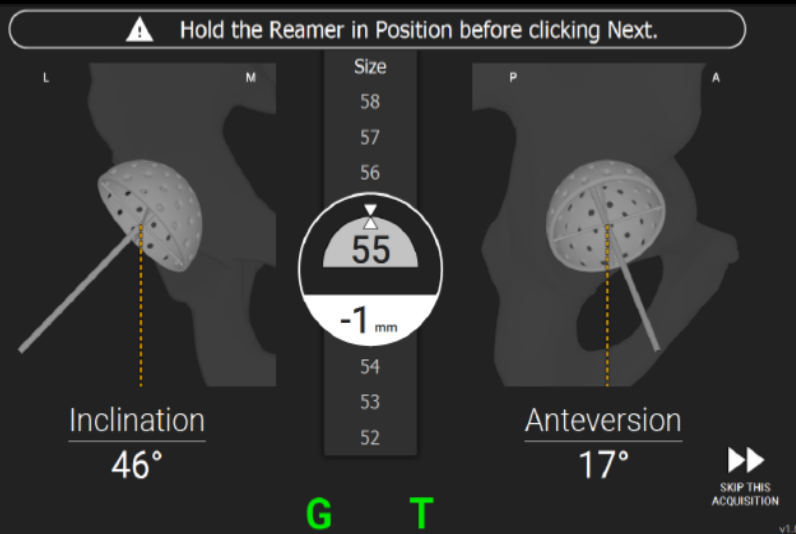
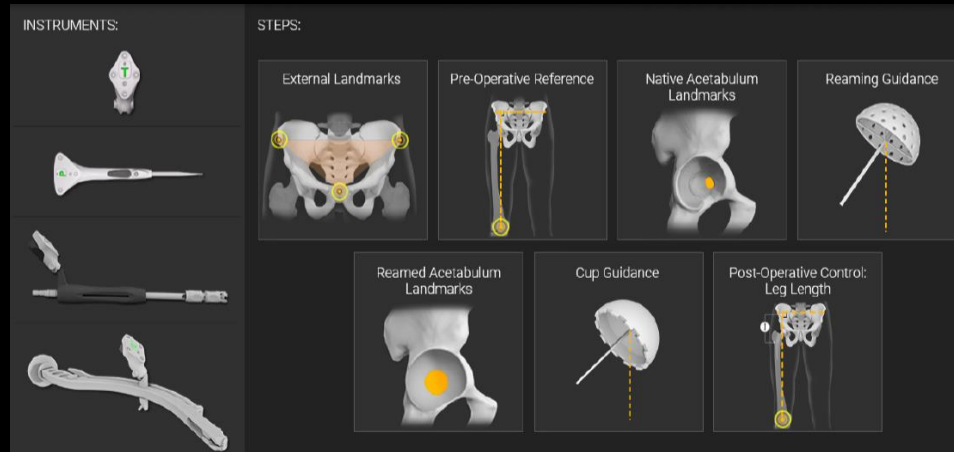


	VANTAGGI	SVANTAGGI
INFRAROSSI	<ul style="list-style-type: none"> • Elevata intensità di segnale • Elevata stabilità di segnale • Gran numero di prodotti brevettati • Adattabilità ai diversi impianti protesici • Semplicità di utilizzo 	<ul style="list-style-type: none"> • Trackers devono essere sempre visibili al localizzatore • Posizionamento trackers obbligato
ELETTRO-MAGNETICI	<ul style="list-style-type: none"> • Trasmettitori (DRF, dynamic reference frames) all'interno dell'incisione • Meno ingombrante e di conseguenza meno invasivo • Nessuna necessità di posizionare il localizzatore di fronte ai trackers 	<ul style="list-style-type: none"> • Ricezione disturbata da interferenza metallica (letto e guide metalliche) • Necessario conoscere tecniche di amplificazione del segnale • Maggiori difficoltà di utilizzo

Le prime esperienze a livello del ginocchio...



THA



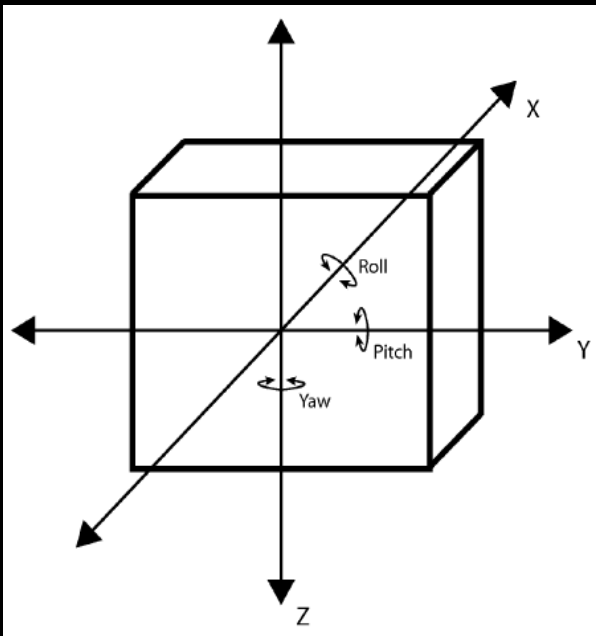
Sistemi inerziali

INERTIAL SENSOR BASED SURGICAL NAVIGATION SYSTEM FOR KNEE REPLACEMENT SURGERY

Inventor: **Sachin Bhandari**, Miami, FL (US)

Appl. No.: **12/775,464**

Filed: **May 6, 2010**



Il sensore è composto da un sensore giroscopico triassiale e da un sensore accelerometrico triassiale



Sistemi inerziali

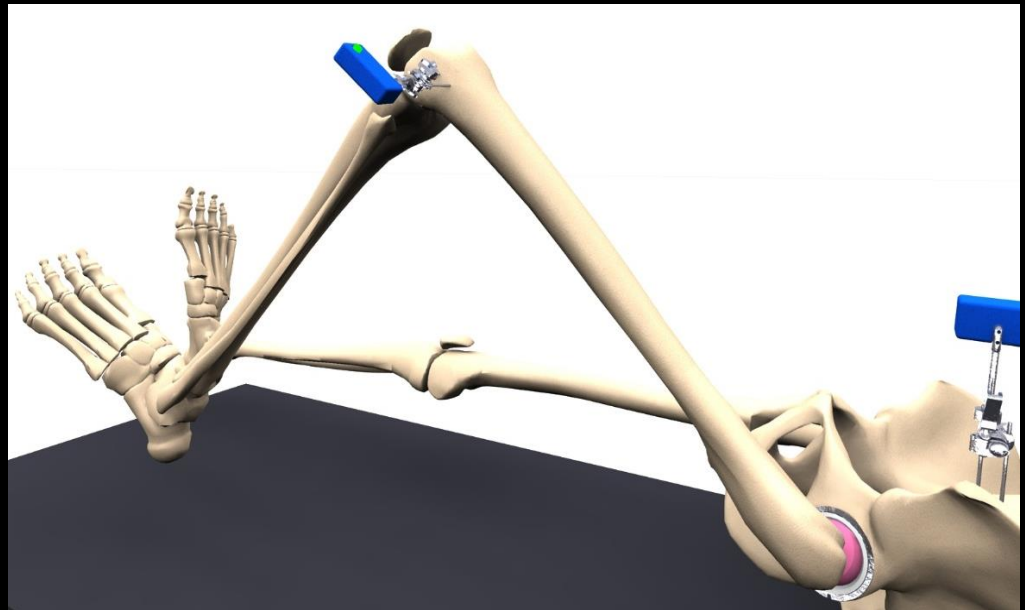
VALUTAZIONE DELLA EFFICACIA DI TECNICHE BASATE SU SENSORI INERZIALI VS LA TECNICA CONVENZIONALE PER LA VALUTAZIONE INTRAOPERATORIA DI OFFSET E LUNGHEZZA NELL'ARTROPROTESI TOTALE DI ANCA: TRIAL RANDOMIZZATO CONTROLLATO

PERSEUS

Investigatore principale:

Dr Dante Dallari

Direttore Struttura Complessa "Chirurgia ortopedica ricostruttiva e tecniche innovative-
Banca tessuto muscolo scheletrico"



VALUTAZIONE DELLA EFFICACIA DI TECNICHE BASATE SU SENSORI INERZIALI VS LA TECNICA CONVENZIONALE PER LA VALUTAZIONE INTRAOPERATORIA DI OFFSET E LUNGHEZZA NELL'ARTROPROTESI TOTALE DI ANCA: TRIAL RANDOMIZZATO CONTROLLATO

Studio prospettico multicentrico controllato randomizzato con valutazione in cieco

Durata dello studio: 2 anni

Numero centri coinvolti: 10 centri in tutta Italia

Numero pazienti coinvolti: 270 pazienti da sottoporre ad artroprotesi primaria di anca con ridotta deformità della testa del femore

3 gruppi:

- ✓ **Group A:** sensore PERSEUS Hip solo femorale
- ✓ **Group B:** sensori PERSEUS Hip femore + bacino
- ✓ **Group C:** gruppo di controllo



OBIETTIVI

- Permettere una verifica immediata e a basso costo
- Evitare prolungamento dei tempi chirurgici
- Monitorare le modifiche intraoperatorie
- Raggiungere un'accuratezza paragonabile alla letteratura

Sistemi inerziali

- Sistema basato sull'utilizzo di sensori inerziali che comunicano con un iPad per la misurazione intraoperatoria di offset e lunghezza
- Utilizza uno o due sensori che vengono fissati a femore e bacino per l'acquisizione dei dati
- Utilizzabile con tutti gli accessi chirurgici
- Non richiede un accurato riposizionamento dall'arto per l'esecuzione delle misurazioni
- include uno step di simulazione che a partire dalle misurazioni effettuate consente di individuare la combinazione di componenti protesiche ottimale

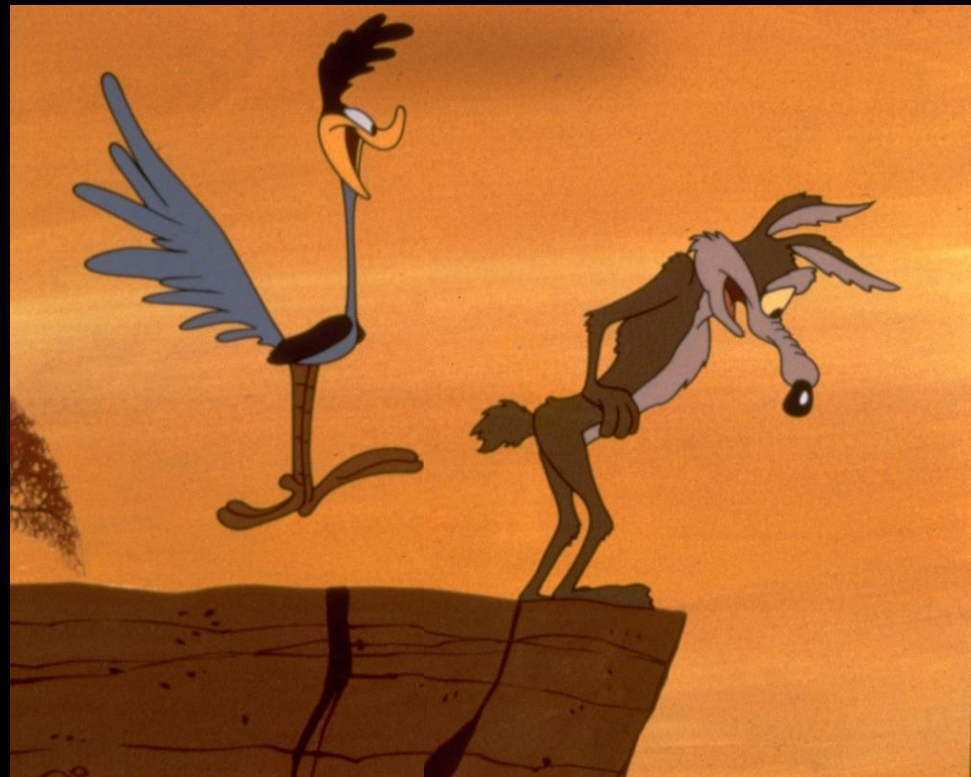


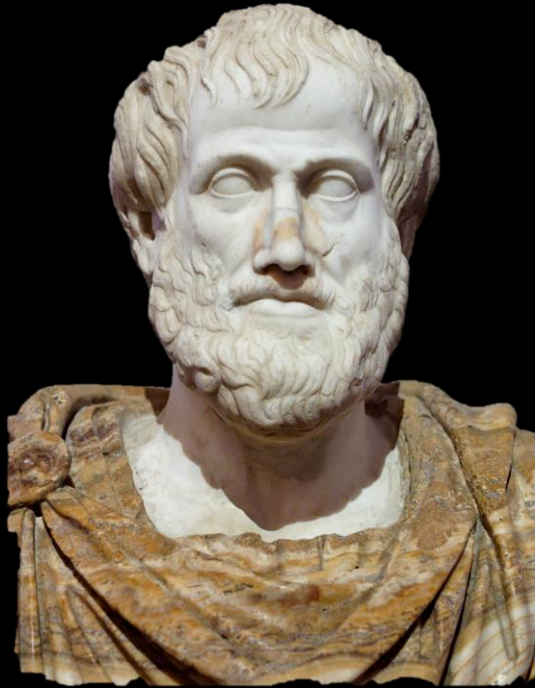
	OFFSET AND LENGTH ASSESSMENT ACCURACY	SURGICAL TIME INCREASE	CUP POSITIONING	MIS	OR SET UP COMPLEXITY	CAPITAL INVESTMENT	LONG TERM RESULTS IMPROVEMENTS (VS CONVENTIONAL)
Navigation systems	< 1 mm	20 min	Yes	Yes	Medium	70.000/120.000 € (+300€ disposable per surgery)	N.A.
Robotic systems	< 1 mm	>30 min	Yes	No	High	NAVIO (Smith&Nephew) 400/600.000 € (+700/800€ disposable per surgery) Mako (Stryker) 800/1.200.000 (+ 1000€ disposable per surgery)	N.A.
PERSEUS Hip	<3 mm	< 10 min	POSSIBLE	Yes	No	No capital investment (300 € disposable per surgery)	N.A.

*Siamo al riparo
dall'errore?*



*Abbiamo
raggiunto i nostri
obiettivi e
minimizzato le
complicanze?*





La Vita è nel Movimento

Aristotele

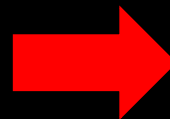
**THE SAFE
ZONE**

**197
8**



Rx, TC... NAVIGAZIONE => Analisi statica

***DiGioia, 2006 => unpredictable
arc of sagittal pelvic movement
as large as 70° in their series of
84 patients***



***Abdel, 2016 => 50% dislocations
within the safe-zone***

Variation in functional pelvic tilt in patients undergoing total hip arthroplasty

2017

J. Pierrepont,
G. Hawdon,
B. P. Miles,
B. O'Connor,
J. Baré,
L. R. Walter,
E. Marel,
M. Solomon,
S. McMahon,
A. J. Shimmin



Posterior pelvic tilt

Neutral

Anterior pelvic tilt



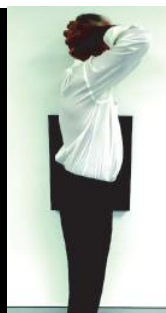
47°/34°



40°/20°



38°/9°



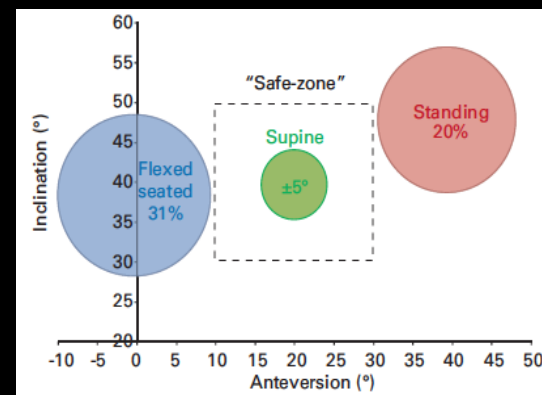
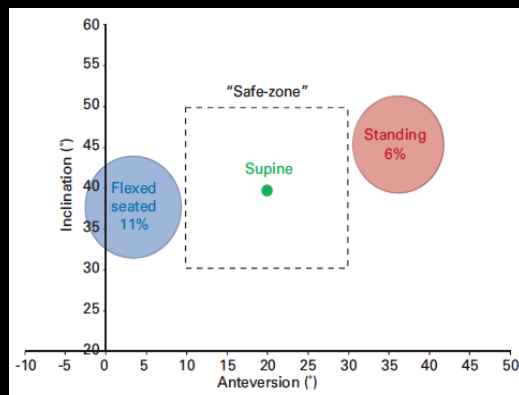
Patients and Methods

Pre-operatively, pelvic tilt was measured in 1517 patients undergoing total hip arthroplasty (THA) in three functional positions – supine, standing and flexed seated (the moment when patients initiate rising from a seated position). Supine pelvic tilt was measured from CT scans, standing and flexed seated pelvic tilts were measured from standardised lateral radiographs. Anterior pelvic tilt was assigned a positive value.

Results

The mean pelvic tilt was 4.2° (-20.5° to 24.5°), -1.3° (-30.2° to 27.9°) and 0.6° (-42.0° to 41.3°) in the three positions, respectively. The mean sagittal pelvic rotation from supine to standing was -5.5° (-21.8° to 8.4°), from supine to flexed seated was -3.7° (-48.3° to 38.6°) and from standing to flexed seated was 1.8° (-51.8° to 39.5°). In 259 patients (17%), the extent of sagittal pelvic rotation could lead to functional malorientation of the acetabular component. Factoring in an intra-operative delivery error of $\pm 5^\circ$ extends this risk to 51% of patients.

51% DI ERRORI



CONCLUSIONI

- Keywords: accuratezza e riproducibilità
- CAS e RBT sistemi di verifica intraoperatoria di lunghezza, off set e orientamento del cotile
- da verificare risultati long term F.U.

SURGEON

**ACCEPTABLE SET
UP COMPLEXITY**



**REQUIRED
ACCURACY**

