

XXX Corso Nazionale ANTE - Dialisi e Tecnologia  
“Presente e futuro della Nefrologia Italiana”

**Accesso vascolare e personalizzazione**  
**Ci sono nuovi strumenti per il mapping vascolare?**

Laura Buzzi  
Nefrologia e dialisi, Ospedale Bassini, ASST Nord Milano

*17-18-19 Aprile 2023*  
*Sala Congressi Hotel Mediterraneo, Riccione - RN*

# Il mapping vascolare

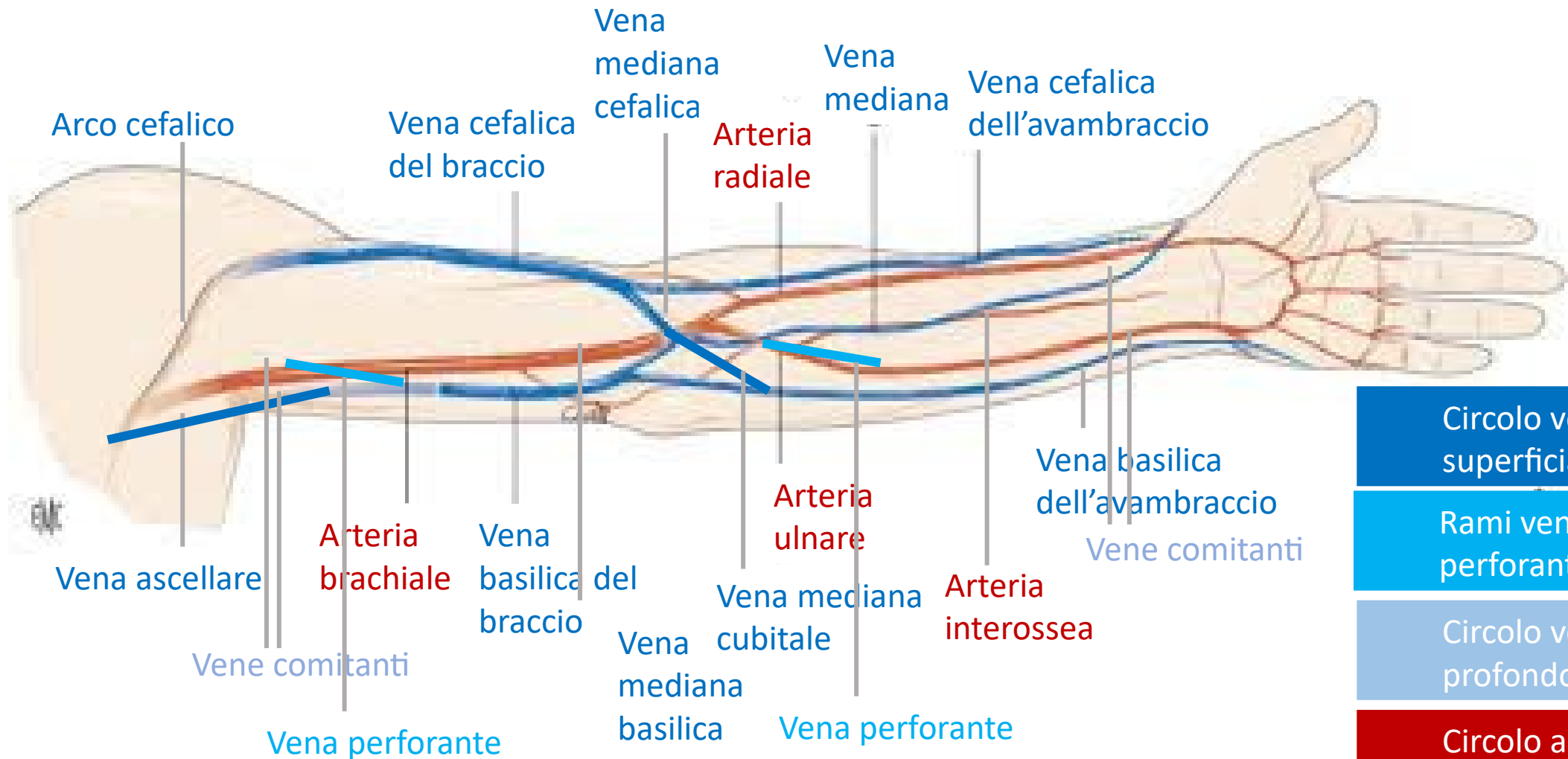
- Definizione:

- Esame fisico e anamnestico associato a uno studio ecografico dei vasi arteriosi e venosi dell'arto del paziente, che consente di definire il decorso e la portata dei vasi (mappatura)

- Scopo:

- valutare l'idoneità dei vasi alla creazione dell'accesso vascolare
- eseguire il monitoraggio anatomico e funzionale dell'accesso vascolare
- individuare e mappare i siti di cannulazione

# L'eco-color Doppler: mapping pre-operatorio



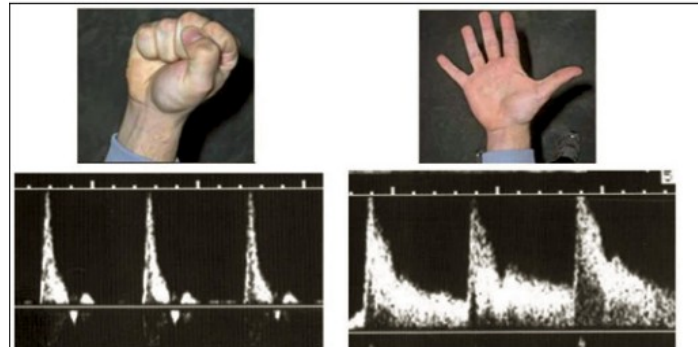
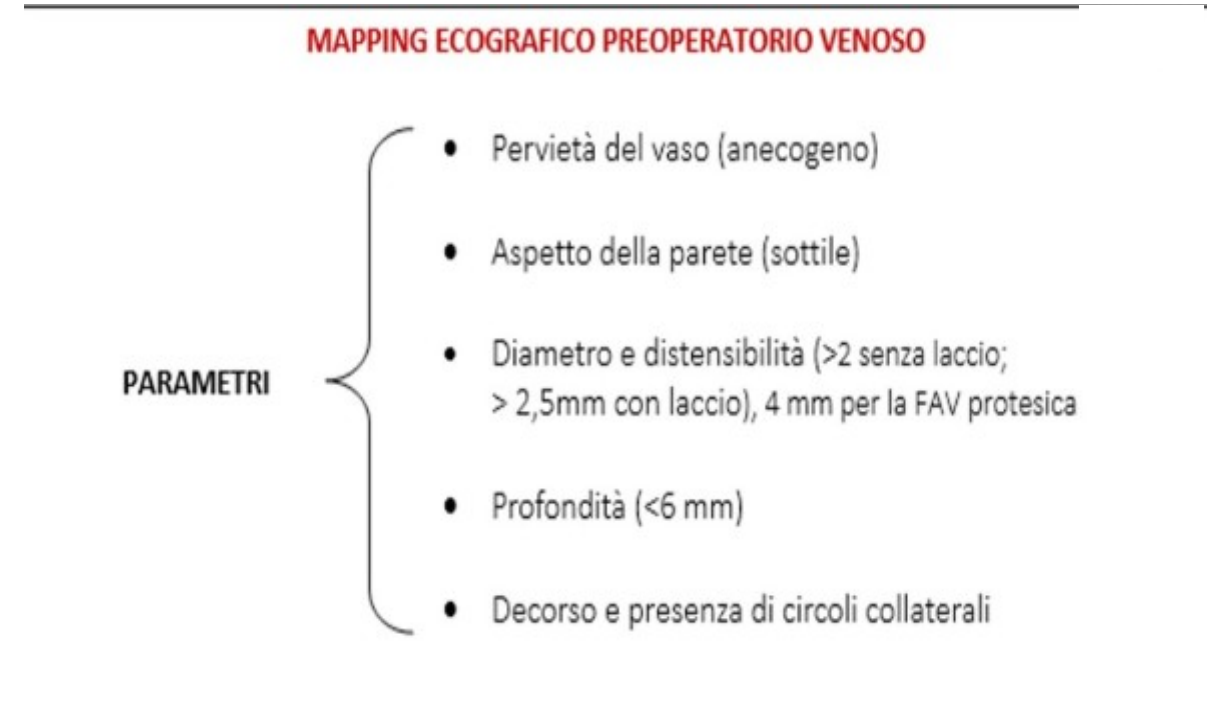
Circolo venoso  
superficiale

Rami venosi  
perforanti

Circolo venoso  
profondo

Circolo arterioso

# L'eco-color Doppler: mapping pre-operatorio



# Standardized Protocol for Hemodialysis Vascular Access Assessment: The Role of Ultrasound and Color Doppler

Original Paper – Advances in CKD 2018

Blood Purif 2018;45:260–269  
DOI: 10.1159/000485590

Published online: January 26, 2018

Federico Nalesso<sup>a,b</sup> Francesco Garzotto<sup>a,b</sup> Ilaria Petrucci<sup>c</sup> Sara Samoni<sup>a,b</sup>  
Grazia Maria Virzi<sup>a,b</sup> Dario Gregori<sup>d</sup> Mario Meola<sup>c</sup> Claudio Ronco<sup>a,b</sup>

Step-by-step protocol for the assessment of vascular access	Structure to analyze
1 By a transverse scan: – identify the brachial artery – describe diameter of brachial artery, its course and its bifurcation into the radial and ulnar arteries – use M-mode* on the brachial artery to identify the average diameter in relation to the pulsatility over the time (Fig. 1)	Brachial artery
2 By a longitudinal scan: – identify the velocity spectrum at the Doppler on brachial artery and provide the calculation of the flow rate*. The information obtained from this step is essential to identify an estimated blood flow in the vascular access and the real resistance in the downstream according to the morphology of Doppler velocity spectrum* the previous M-mode diameter of brachial artery reduces the error in the calculation of blood flow.	Brachial artery
3 Describe the anastomosis between artery (brachial/radial) and vein/graft in terms of 2 diameters (mm) and maximum peak systolic velocity (cm/s)	Anastomosis at the artery
4 By a longitudinal and traverse scan in B-mode (if required in M-mode): – Describe the average diameter of the efferent vein/graft, its depth from the skin, its course. According to the minimum diameter of 6 mm and the maximal depth of 6 mm, identify the best region where proceed with cannulation and verify the blood flow in this region and in the vascular access. By a longitudinal scan: – Analyze the wall and the lumen of the access Describe any alteration in term of structure, dimension, impact on hemodynamics in 2 different planes of scan (aneurysm, pseudo-aneurysm, thrombosis, wall integrity) – Analyze also the soft tissue peri-access Describe any alteration in terms of structure, dimension, impact on hemodynamics in 2 different plan of scan (hematoma, peri-access liquid film, edema in the soft tissue) – Analyze the colorDoppler in order to identify aliasing or black zone in the lumen (stenosis, thrombosis, wall alteration with thrombosis)	Efferent vein/graft

L'eco-Doppler  
in dialisi:  
mapping e  
monitoraggio

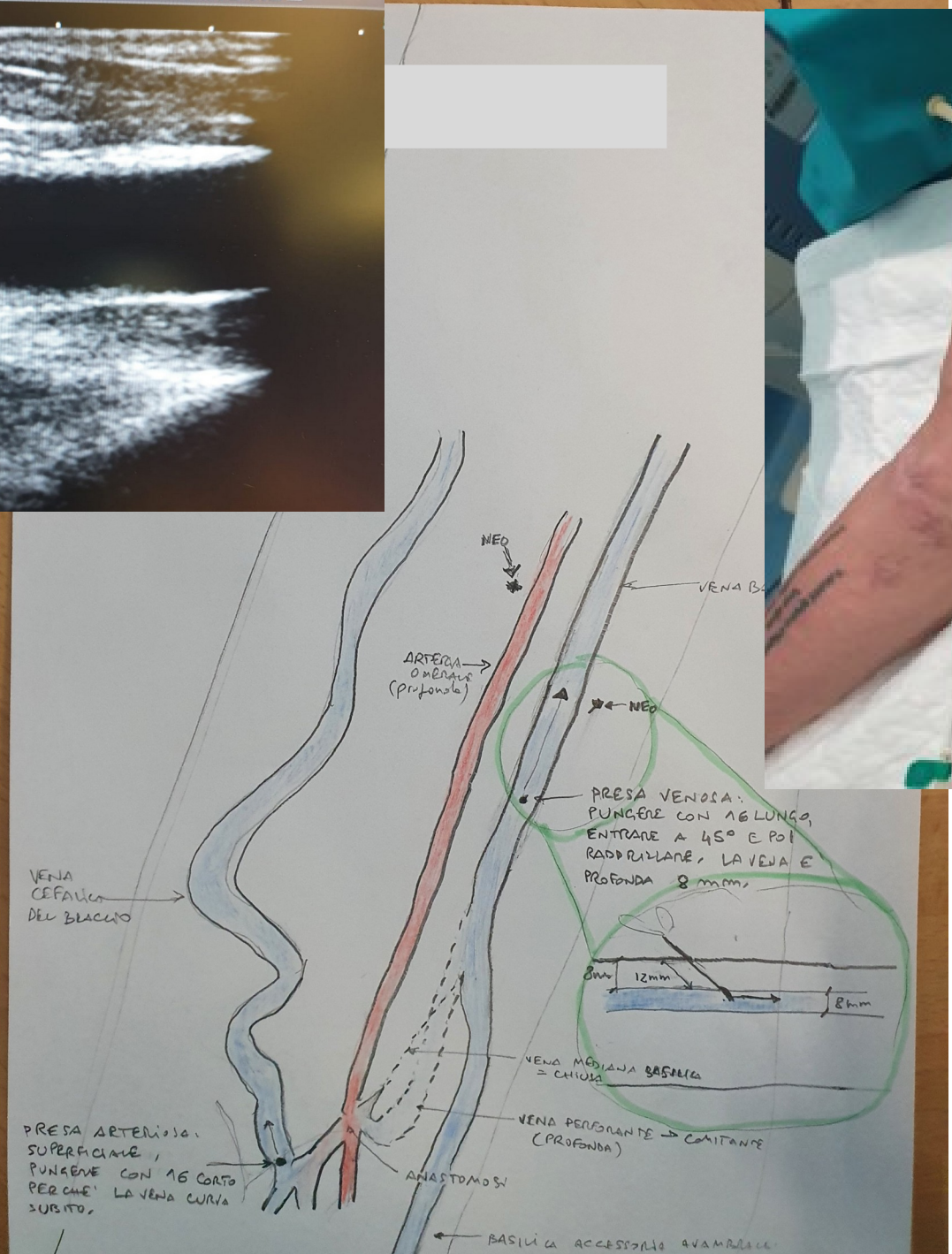
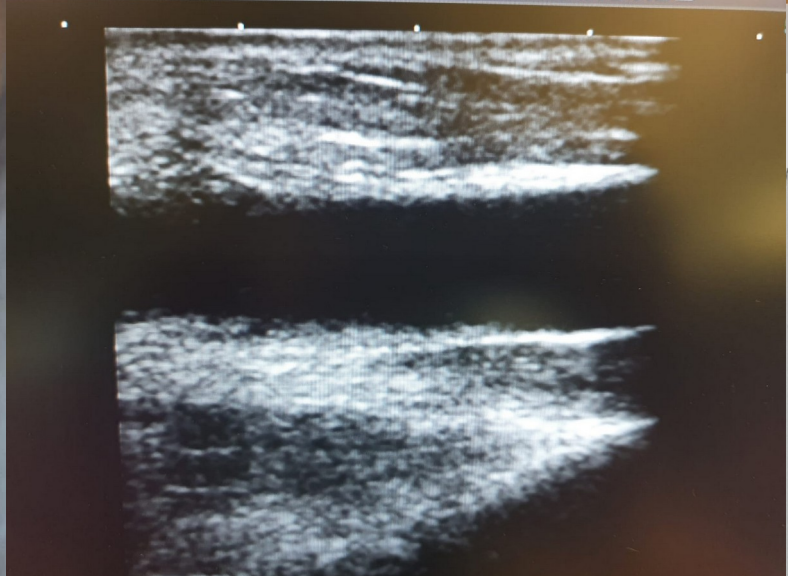
# Standardized Protocol for Hemodialysis Vascular Access Assessment: The Role of Ultrasound and ColorDoppler

Federico Nalesso<sup>a,b</sup> Francesco Garzotto<sup>a,b</sup> Ilaria Petrucci<sup>c</sup> Sara Samoni<sup>a,b</sup>  
Grazia Maria Virzi<sup>a,b</sup> Dario Gregori<sup>d</sup> Mario Meola<sup>c</sup> Claudio Ronco<sup>a,b</sup>

5	Describe the anastomosis between the graft and the vein in terms of two diameters (mm) and maximum peak systolic velocity (cm/s) or between the vein and its confluence in another bigger vessel (generally a central vein)	Anastomosis at the vein (graft or vein confluence in another vessel)
6	By a transverse scan: – identify the graft diameter – use the M-mode* on graft in order to minimize measurement errors in the identification of the average diameter in relation to the pulsatility over the time – measure the blood flow directly (the graft is not squeezable by the probe as in the case of arteriovenous fistula)	Graft flow
7	By longitudinal and trasverse scan: – identify and describe all alterations in the soft tissue providing their quali-quantitative characteristics in terms of dimension, structure, rrelationship with the access and other anatomical structures By colorDoppler: – describe the vascularization of any abnormalities found in the soft tissue and in the perivascular access By the appropriate scan identify all collateral vessels that can dissipate the blood flow from the effluent vein in order to provide the best follow-up for the access maturation	Soft tissue and accessory vessels
8	For any alteration found provide: – B-mode: describe the nature of the alteration and its content (aneurysm, pseudo-aneuriysm, hematoma, fluid collection, liquid film, edema, etc.) – B-mode in 2 different scan: describe the dimensions (latero-lateral and cranio-caudal diameters, if possible also the antero-posterior diameter) – ColorDoppler: describe any alteration detectable by this modality (blood flow, blood flow present due to the continuity with the VA or other vessels, etc.)	Complications

L'utilizzo dell'eco-Doppler come strumento di valutazione dell'accesso vascolare in sala dialisi migliora la cooperazione, la comunicazione, la competenza e l'outcome degli accessi vascolari







# Come rendere più funzionale il mapping vascolare

- L'eco-Doppler permette di studiare la mappatura vascolare del paziente, ma non restituisce una ricostruzione iconografica completa della disposizione dei vasi.
- La FAV è una struttura vascolare dinamica, destinata a modificarsi nel tempo
  - per gli effetti emodinamici della portata sulle pareti vascolari
  - per il danno di parete causato dalle cannulazioni
  - per le variazioni del quadro clinico del paziente
- Servirebbe uno strumento digitale operativo in grado di
  - mostrare in modo sintetico la ricostruzione della mappatura vascolare del paziente
  - uniformare la conoscenza anatomica e funzionale dei vasi del paziente
  - uniformare l'approccio alla cannulazione della FAV
  - raccogliere le immagini della mappatura vascolare per consentirne il monitoraggio nel tempo



## Cannulazione

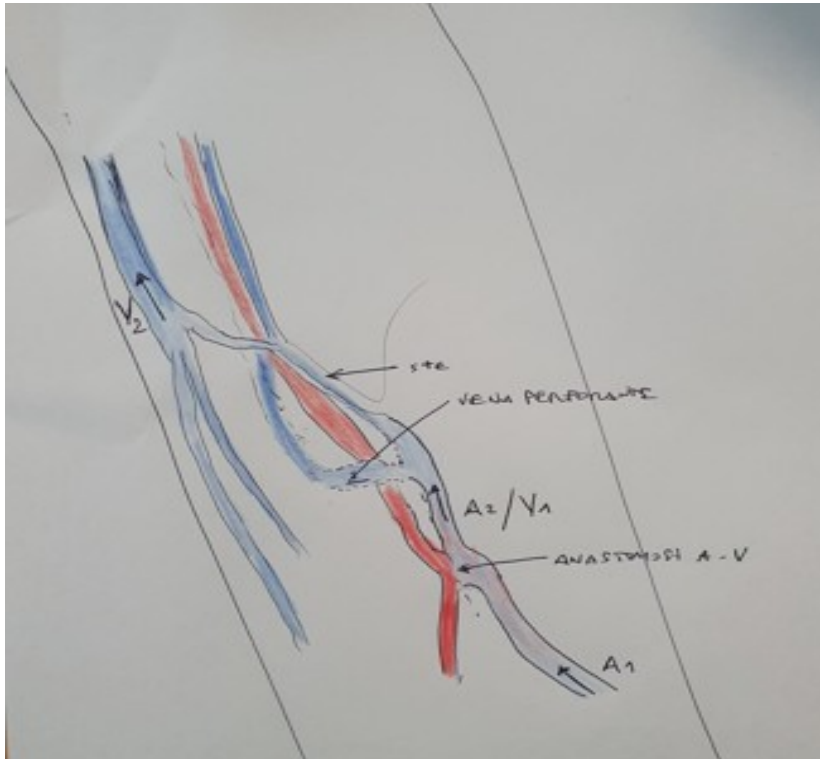
Variabilità dell'esperienza e della conoscenza dell'accesso vascolare

Eterogeneità del personale infermieristico

Accessi vascolari "difficili"



- Puntura errata (sito, sede)
- Danno della FAV
- Necessità di revisione o di un nuovo accesso vascolare



## INDICAZIONI ICONOGRAFICHE



- Agevolano il passaggio di consegne



- Difficoltà nel valutare l'evoluzione temporale della FAV
- Basso livello di digitalizzazione

**Progetto: sviluppare una soluzione digitale basata su tecnologia di basso costo che permetta scattare fotografie del braccio della FAV dei pazienti per ogni seduta di dialisi, con i seguenti obiettivi:**

1. Memorizzare le informazioni sul tipo di puntura



2. creare una mappa dei siti di puntura ed una rappresentazione riassuntiva delle ultime 6 sedute di dialisi



3. creare tre diversi archivi contenenti per ogni paziente:

- 1) le immagini pre-elaborate
- 2) le immagini rappresentanti i siti di inserzione dell'ago per tutte le precedenti sedute
- 3) i modelli rappresentanti l'anatomia vascolare delle braccia



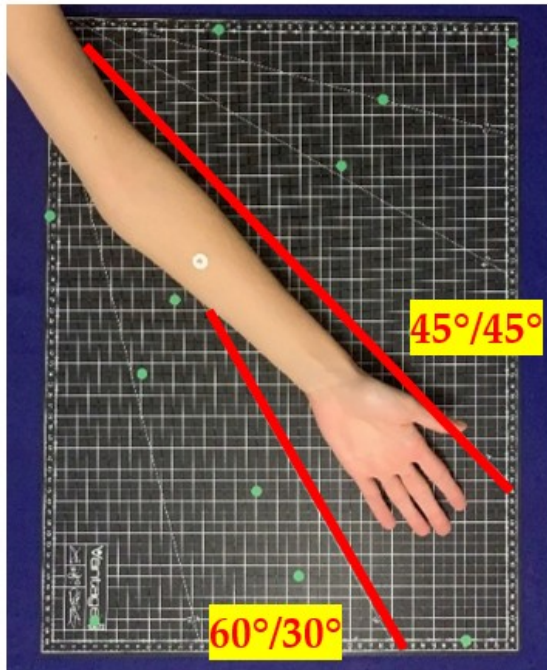
# Elaborazione delle immagini: protocollo di acquisizione

➔ Registrazione delle immagini del braccio della FAV prima di iniziare le sedute

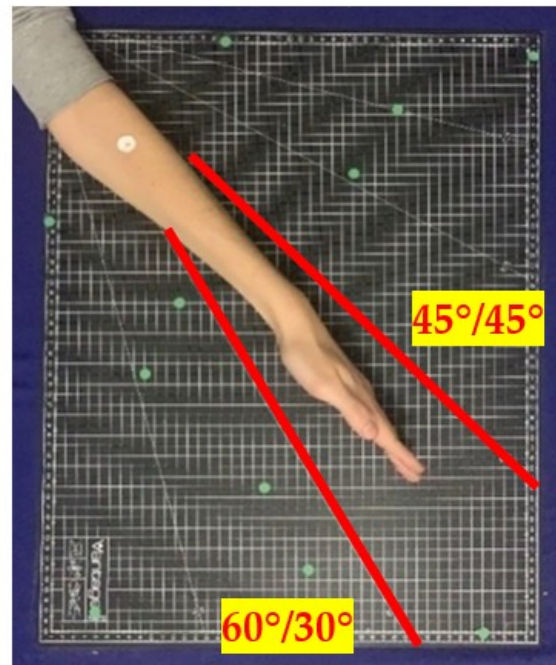
Utilizzo di una griglia con 12 markers

- ✓ facilitare le operazioni di analisi automatica delle immagini
- ✓ minimizzare l'impatto sul lavoro di routine in sala dialisi

*Supina*



*Prono-supina a 90°*

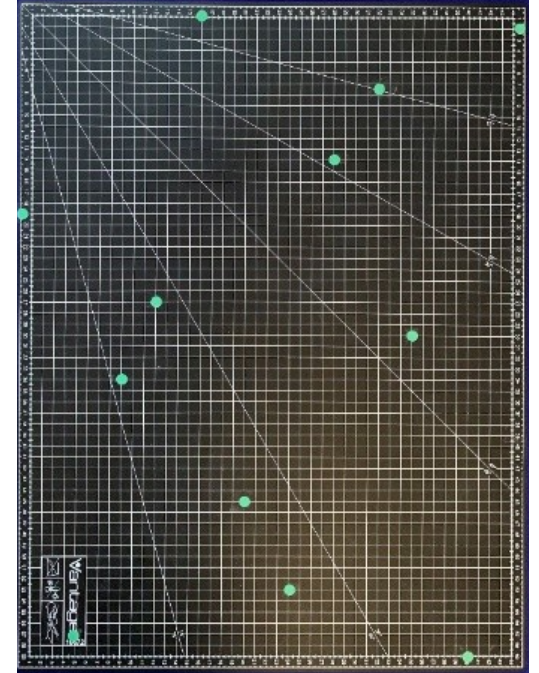


Il protocollo prevede di:

- ✓ Togliere i gioielli
- ✓ Posizionare un punto di repere (salva-buchi)
- ✓ Posizionare l'arto sulla griglia

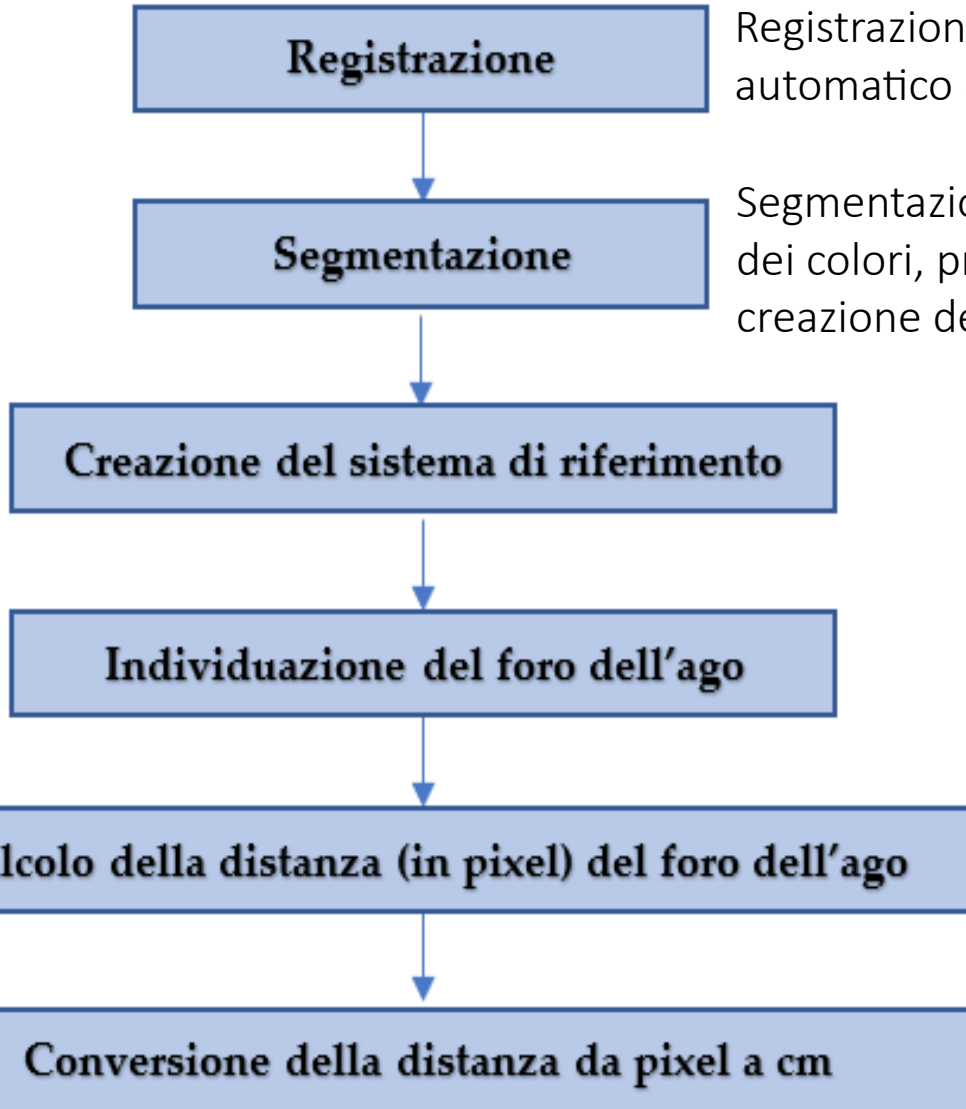
Dispositivo di acquisizione:

- ✓ 70 cm dal piano della griglia
- ✓ Rotazione e inclinazione di 0°
- ✓ Senza flash



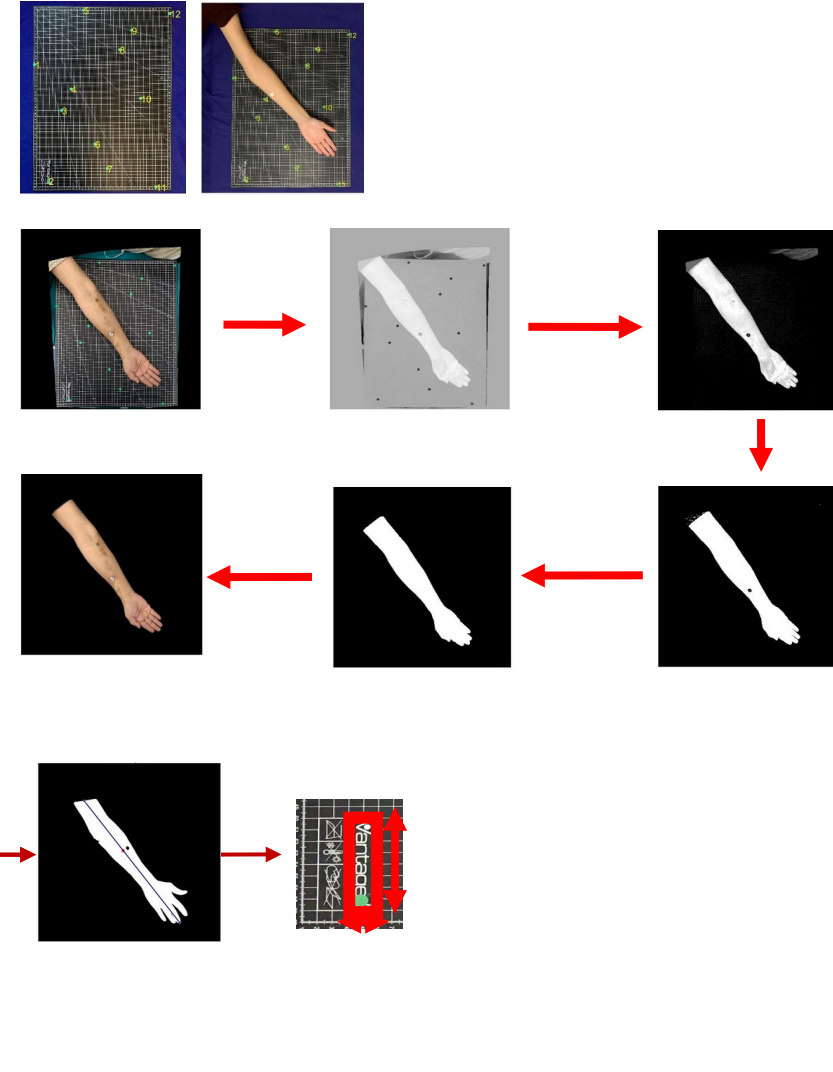
# Elaborazione delle immagini: sviluppo dell'algoritmo

Matlab ® 2020b



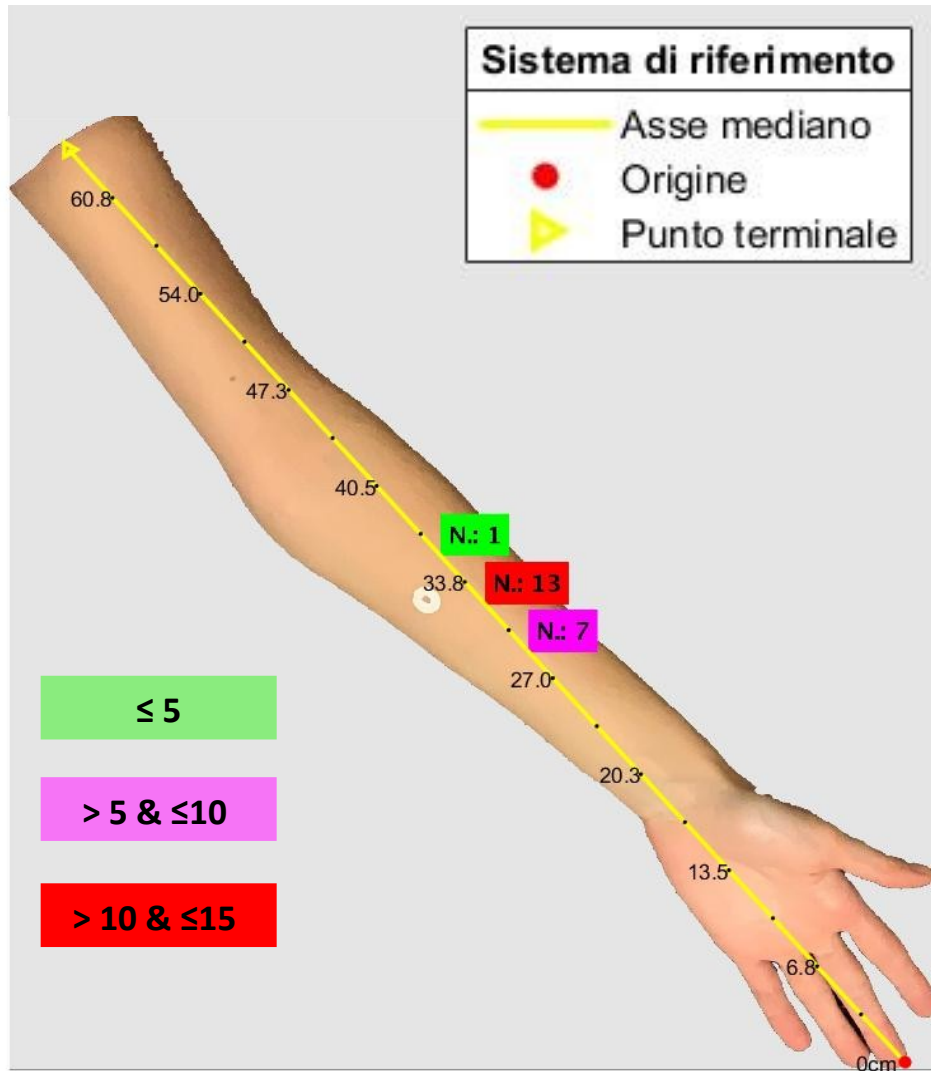
Registrazione basata sul riconoscimento automatico di 12 specifici punti omologhi

Segmentazione basata su analisi degli spazi dei colori, pre-processing, post processing, creazione dell'immagine

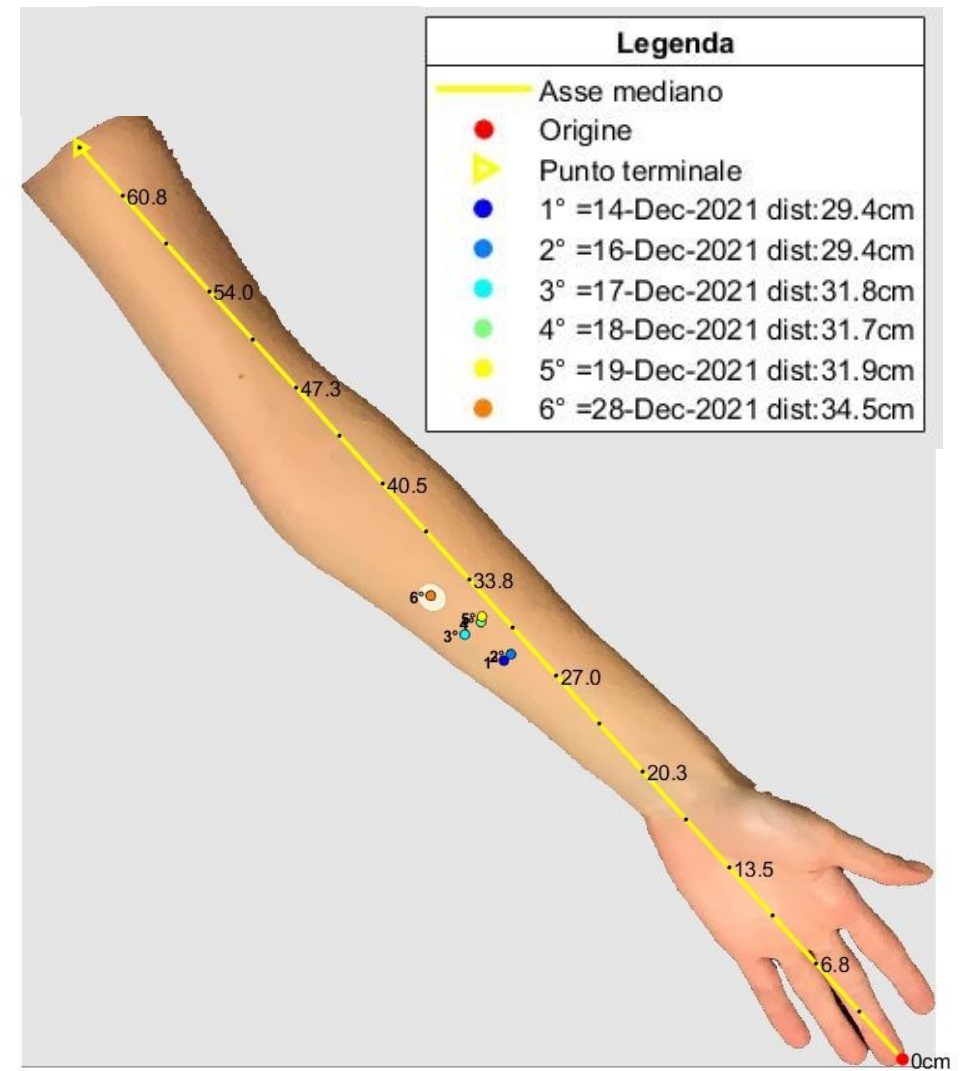


# Rappresentazioni finali delle immagini riassuntive:

## 1. Numero cumulativo di punture

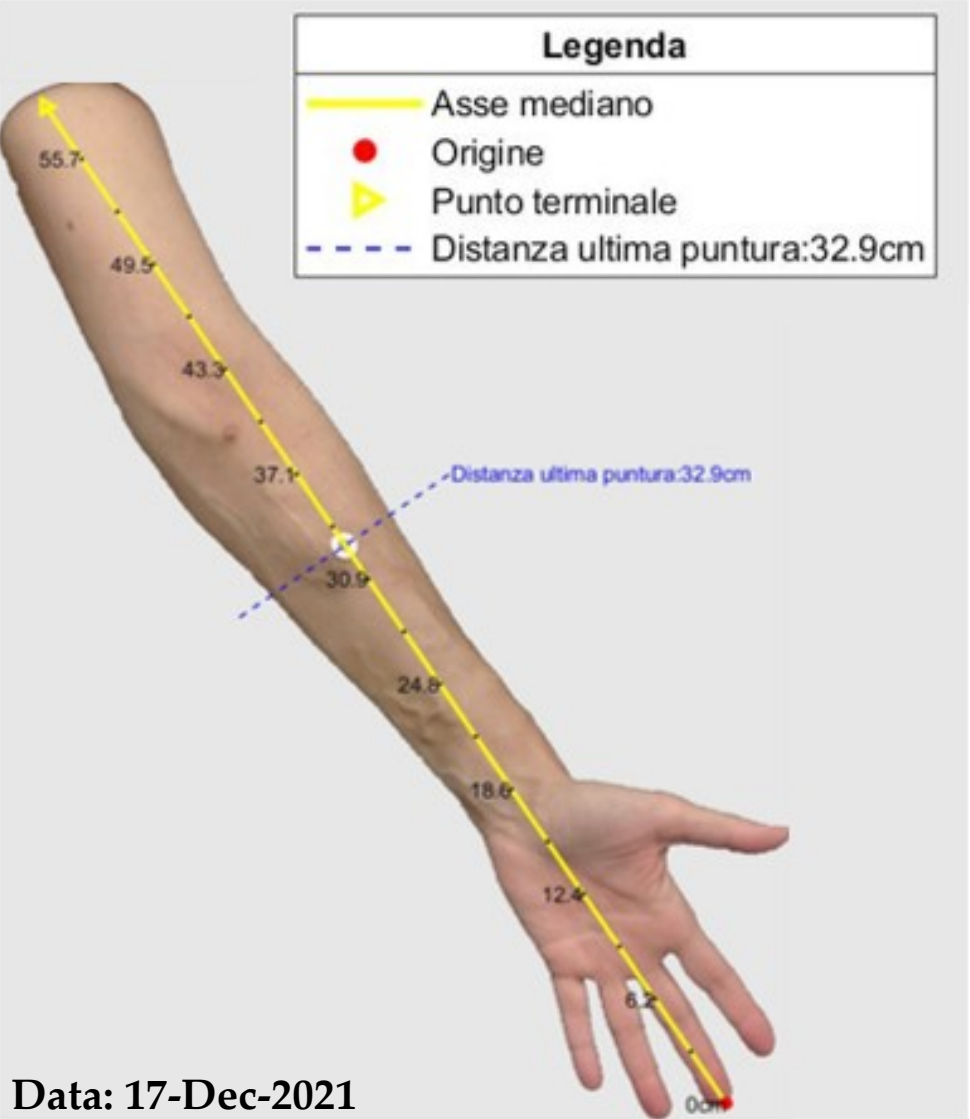


## 2. Storico delle punture delle 6 ultime sedute

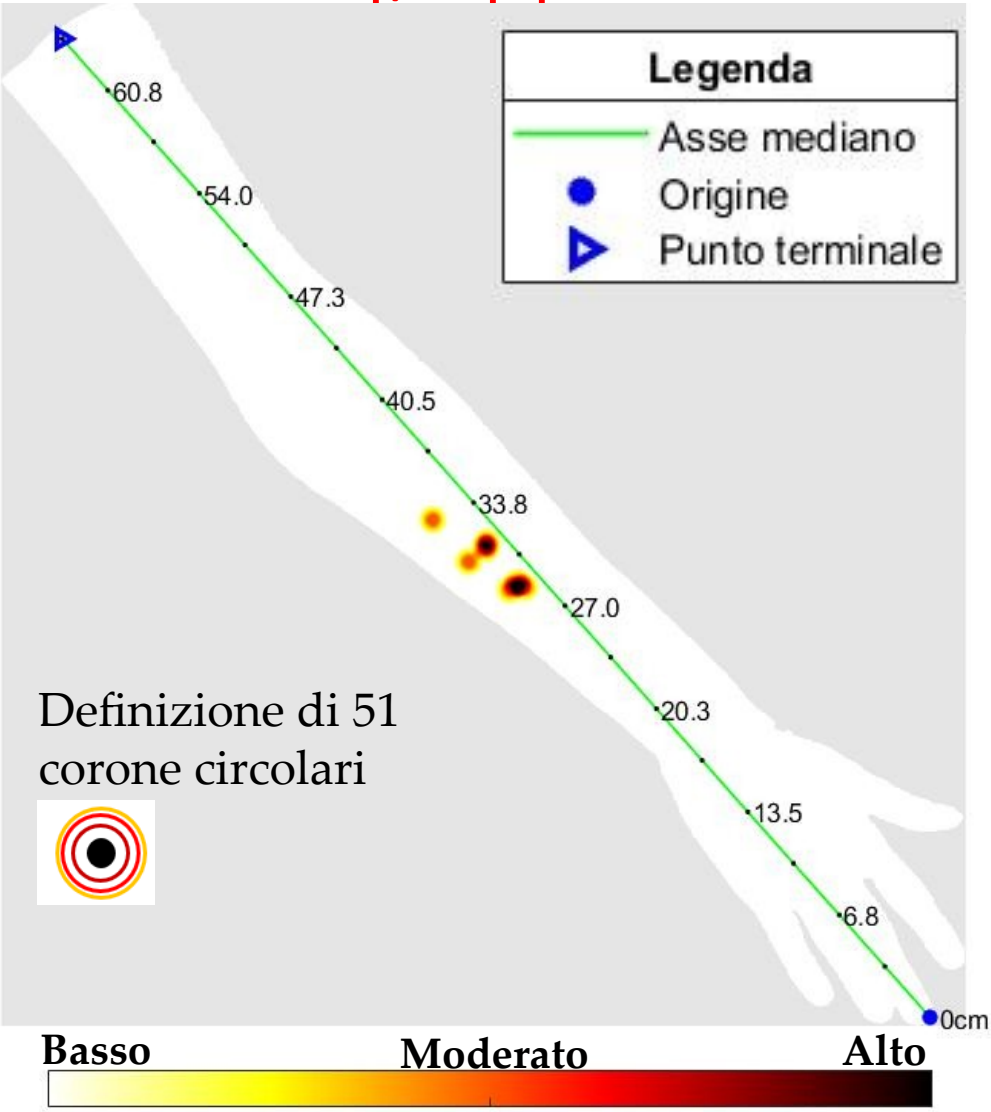


# Rappresentazioni finali delle immagini riassuntive:

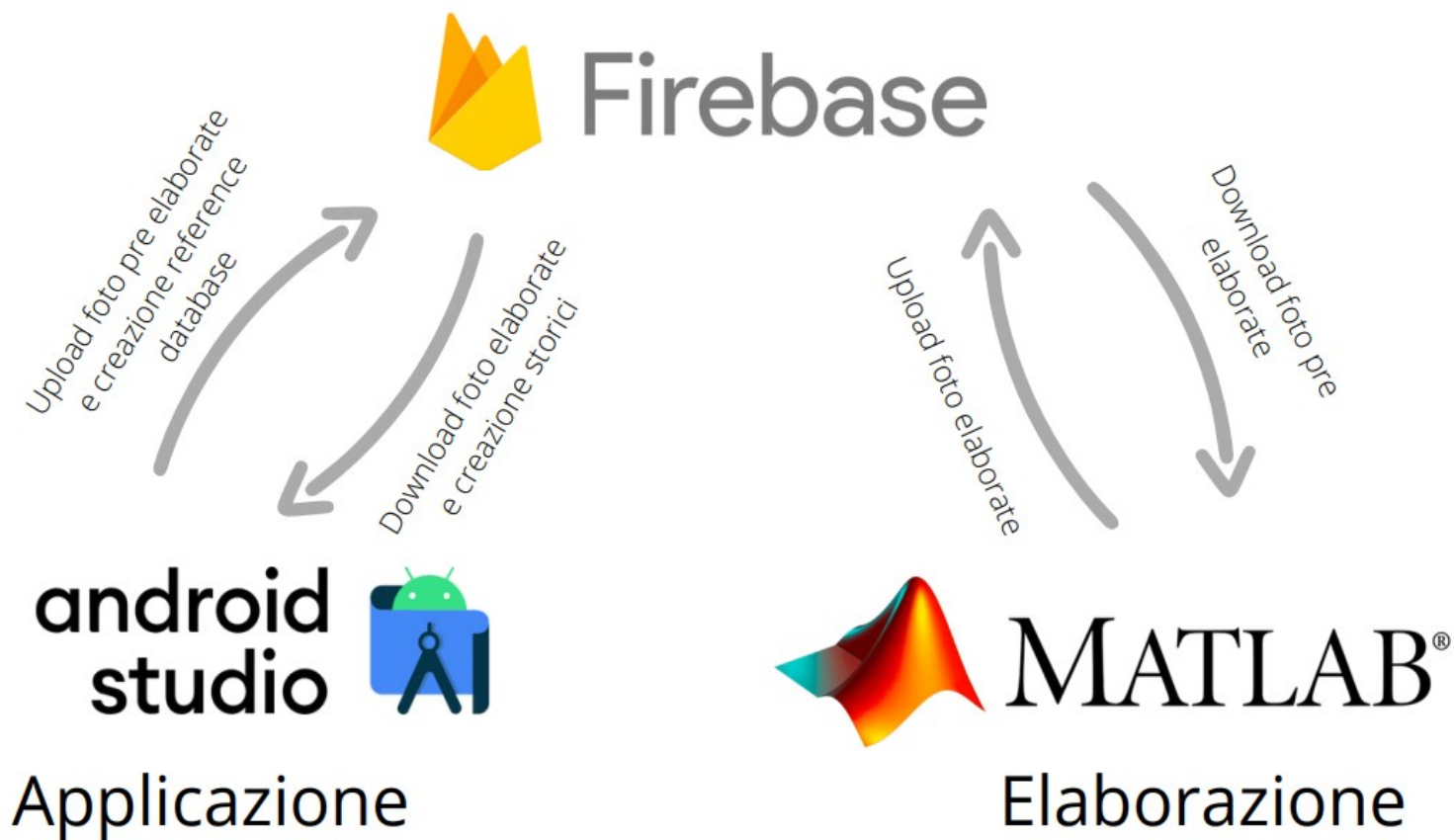
## 3. Sito di puntura dell'ultima seduta



## 4. Mappa di danneggiamento



## Autenticazione, Storage e Database



Sistema sviluppato ad hoc sulla base delle esigenze del personale sanitario: permette l'acquisizione e il caricamento delle fotografie delle braccia dei pazienti e la visualizzazione delle immagini elaborate delle sedute precedenti





# Firebase

## Autenticazione, storage e database

Back-End as a Service di Google

1



### Autenticazione:

- Username/Password

2



### Database:

- NoSQL
- RealTime - WebSocket

3

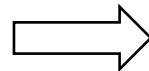


### File Storage:

- Google Cloud



Localizzazione

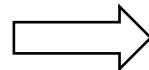


Europe - West

**General Data Protection Regulation**



Privacy

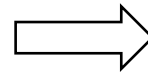
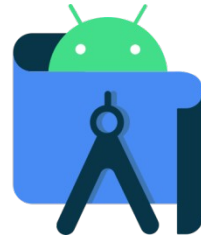


**Pseudonimizzazione degli utenti:** trattamento dei dati personali in modo che i dati non possano più essere attribuiti a un interessato specifico senza l'utilizzo di informazioni aggiuntive

# Applicazione

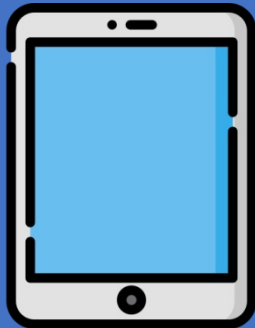
IDE

android  
studio



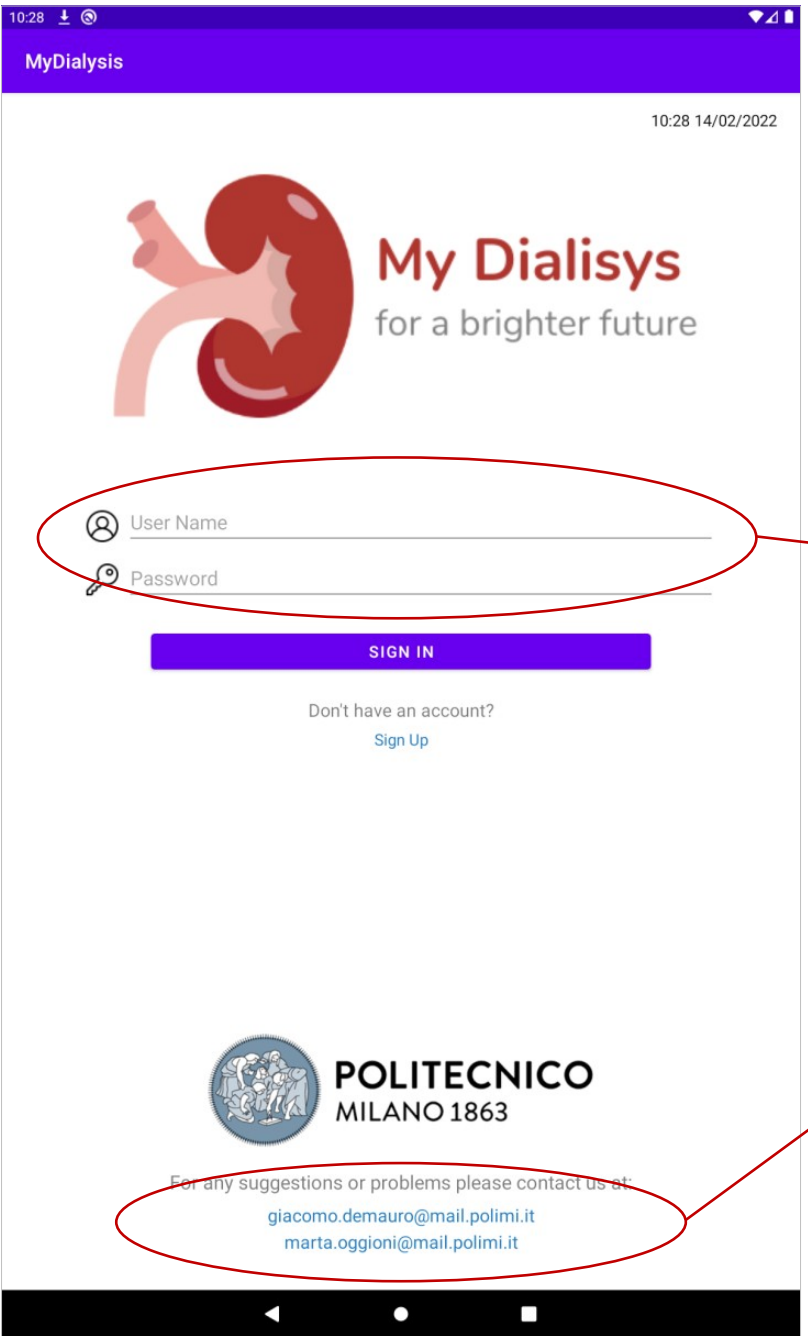
S.O

android 10



## Tablet dotato di penna:

- Strumento condiviso di proprietà del reparto di Dialisi
- Possibilità di creare annotazioni sulle immagini elaborate



# Login

- Autenticazione con Username/Password
- Possibilità di inviare feedback sull'applicazione

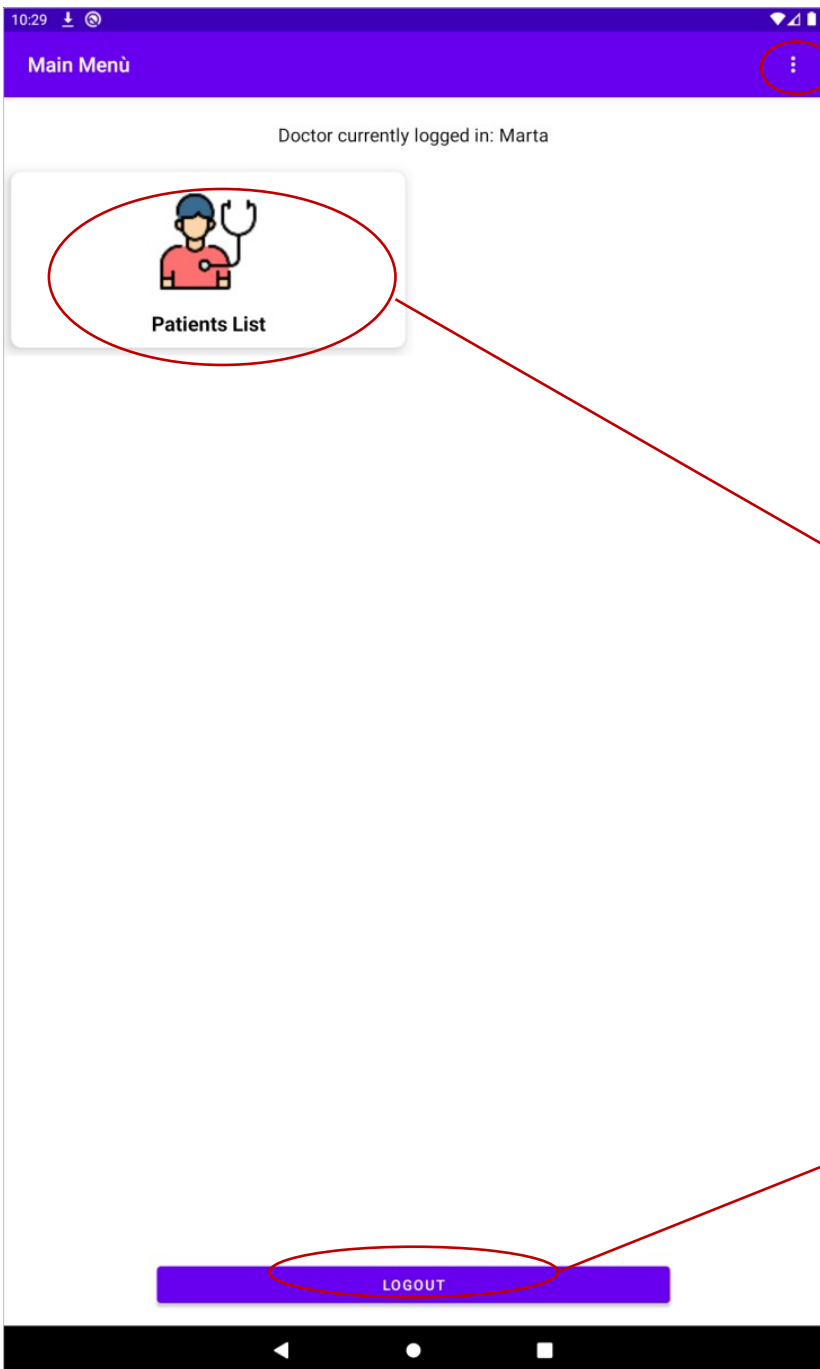
The screenshot shows a mobile application interface for registering a new doctor. At the top, there is a purple header with the text 'New Doctor'. Below the header, there are three input fields: 'Username', 'Password', and 'Repeat Password'. A link 'Insert validation password' is positioned below the 'Repeat Password' field. A prominent purple button labeled 'REGISTER' is centered below the input fields. At the bottom of the form, there is a link that says 'Already registered? Login Here'. The entire form is set against a white background with a purple header and footer.

# Registrazione staff sanitario

- Registrazione di un nuovo membro dello staff medico con Username/Password

```
//Aggiunta del dominio allo Username  
loginEmailDomain = loginEmail.getText().toString() + "@mydialysis.bassini.com";
```

- ✓ Possibilità di sfruttare l'autenticazione con Email/Password supportata nativamente da Firebase
- ✓ Garantisce la tutela della privacy attraverso la pseudonimizzazione del personale
- ✓ Possibilità di implementare il dominio direttamente nel server aziendale
- ✓ Accreditamento del personale sanitario tramite Password scelta da primario



# Menù principale

- Cambia Username
- Cambia Password
- Elimina account definitivamente
- Accesso alla lista dei pazienti
- Logout



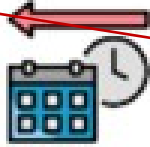
## Lista Pazienti

- Ricerca del paziente nel database in tempo reale tramite *query*
- Scelta del paziente necessaria per accedere alle funzionalità successive
- Registrazione di un nuovo paziente con Username e Password analogamente a quanto fatto per lo staff medico

Patient Selected: Giacomo



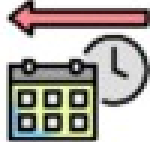
New Photo



Pre Elaboration History



Create New Annotation



Annotation History



Create New Model



Model History



Tissue Damage

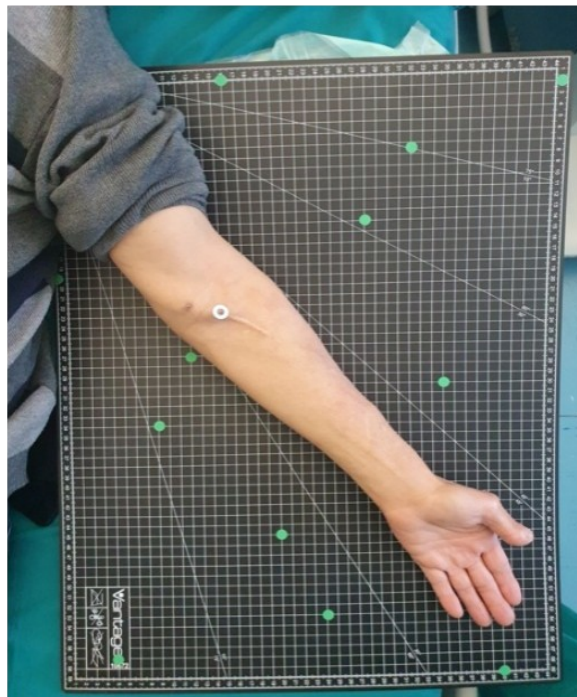


Summary Image

## Menù

- Reminder del paziente selezionato dalla lista
- Funzioni e corrispettivi storici per l'archiviazione delle immagini

Patient Username: giacomo



Tattooed

What kind of puncture was performed on the subject?

Occhiello

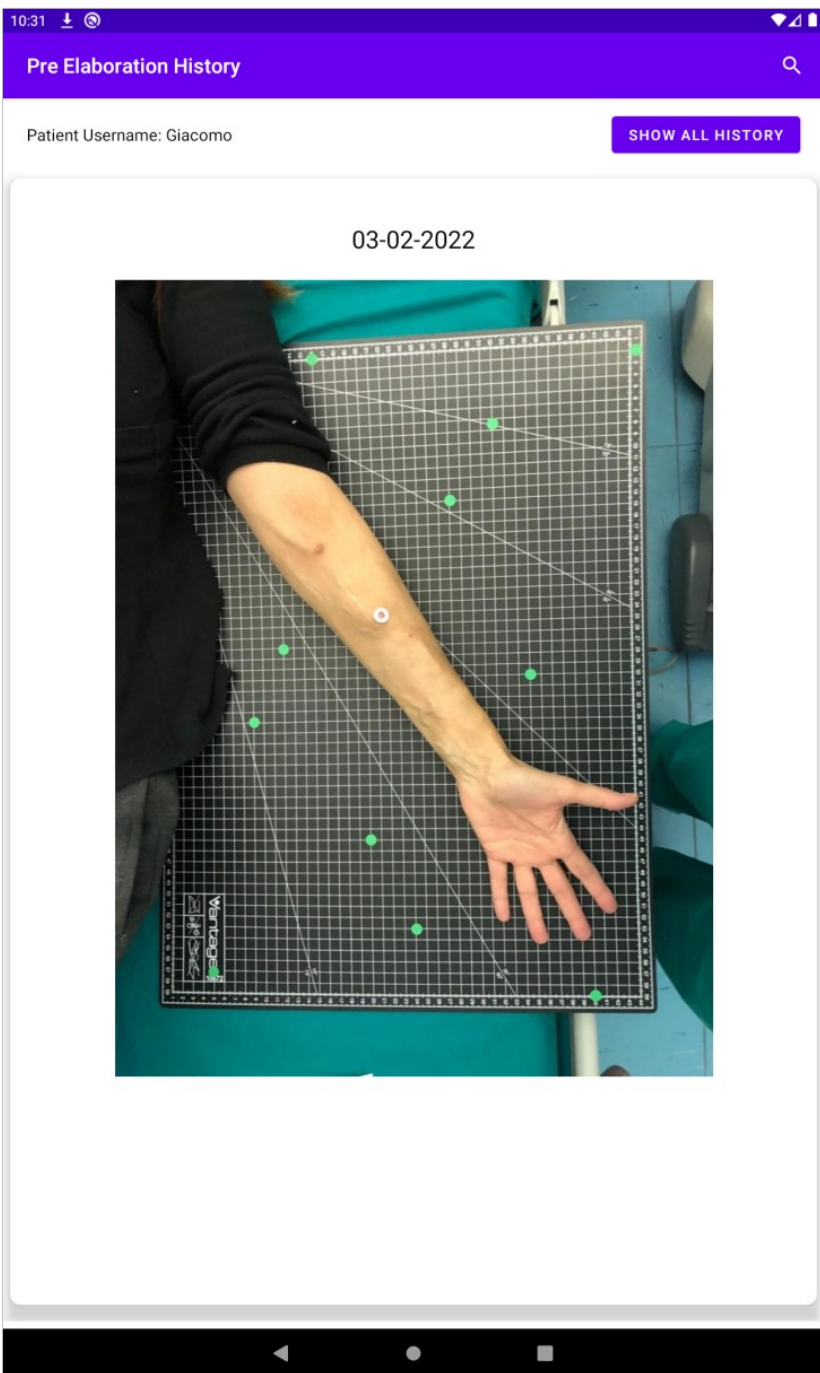
Scala

UPLOAD

## Nuova Foto

- 1 Acquisizione delle immagini dell'arto superiore del paziente e di informazioni aggiuntive utili all'elaborazione
- 2 Caricamento della fotografia nelle specifiche cartelle dello Storage





## Storico *Pre Elaborate*

- Creazione nella raccolta '*Patient*' per lo specifico paziente della *reference* all'immagine contenuta nella cartella dello storico *pre elaborate*
- Definizione dei campi necessari per il corretto funzionamento dello storico e ricerca delle immagini

+ Aggiungi campo

date: "07-01-2022"

modified by: "UEbJRWYHHw62mJpynSveSn6I2u2"

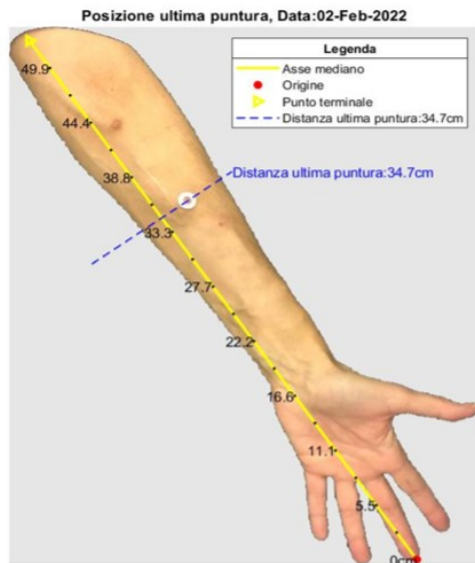
queryDate: 7 gennaio 2022 22:01:07 UTC+1

url: "https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/mydialysis-bcb85.appspot.com/o/StoricoPreElaborate%2Fo3IJKBG4iYg5LXIG5pwoASaWl01-2022?alt=media&token=f42efa7b-fd67-4f96-97a5-6ff9f86fd461"

- Consultazione delle immagini ordinate temporalmente attraverso lo scorrimento orizzontale

Patient Username: Giacomo

DOWNLOAD LAST SEGMENTED IMAGE



OPEN GALLERY

Please, enter a note in the field below for the segmented photo shown

|

UPLOAD

# Crea Nuova Annotazione

①

Download dell'ultima immagine  
'Ultima seduta di dialisi'

②

Aggiunta dell'annotazione riguardante l'esito  
dell'esame obiettivo condotto dallo staff medico

③

Upload immagine nella cartella dello Storage  
costituente lo storico delle immagini annotate  
dello specifico paziente

Annotation History

Patient Username: enrico

SHOW ALL HISTORY

04-12-2021

Posizione ultima puntura, Data:04-Dec-2021

Legenda	
—	Asse mediano
●	Origine
▲	Punto terminale
- - -	Distanza ultima puntura:30.4cm

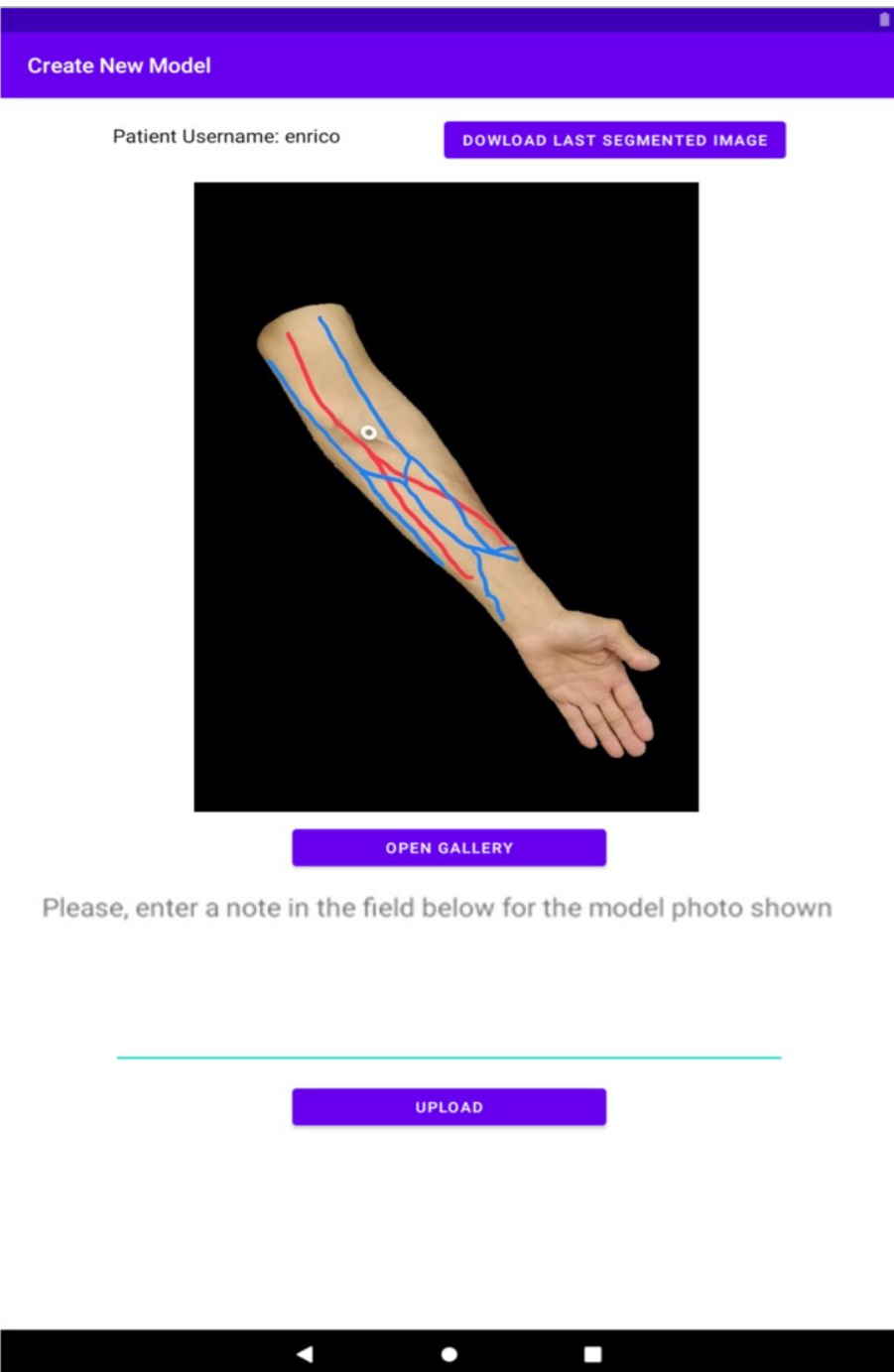
48.3  
43.0  
37.6  
32.2  
26.9  
21.5  
16.1  
10.7  
6.4  
0cm

Distanza ultima puntura:30.4cm

In data 4/12/2021 il braccio del paziente mostra segni di arrossamento attorno l'area di inserzione dell'ago.

## Storico *Annotate*

- Storico analogo a quello implementato per le immagini *pre elaborate* con aggiunta del campo *annotation* riportante l'annotazione precedentemente realizzata



# Crea Nuovo Modello

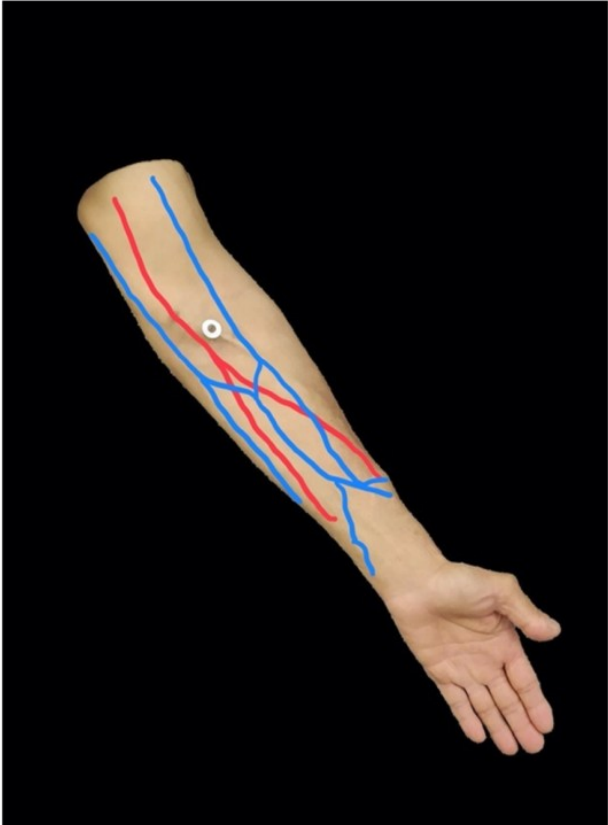
- 1 Download dell'ultima immagine del braccio del paziente sottoposta a segmentazione
- 2 Disegno dell'anatomia vascolare direttamente sull'immagine ed aggiunta dell'annotazione riguardante il suo stato rilevato mediante analisi strumentali
- 3 Upload immagine nella cartella dello Storage costituente lo storico dei modelli dello specifico paziente

Model History

Patient Username: enrico

SHOW ALL HISTORY

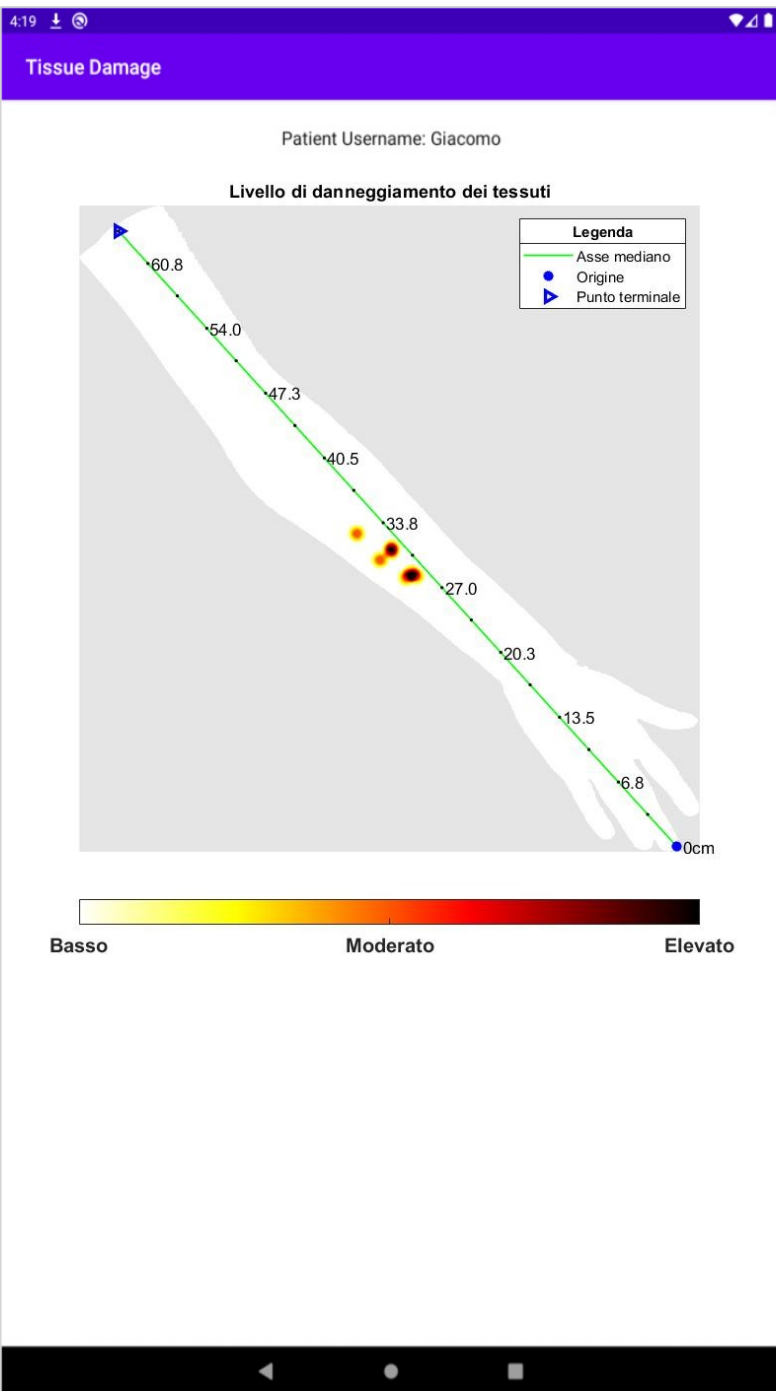
30-12-2021



In data 30/12/2021 il braccio del paziente risulta in salute stando agli esiti degli esami strumentali effettuati.

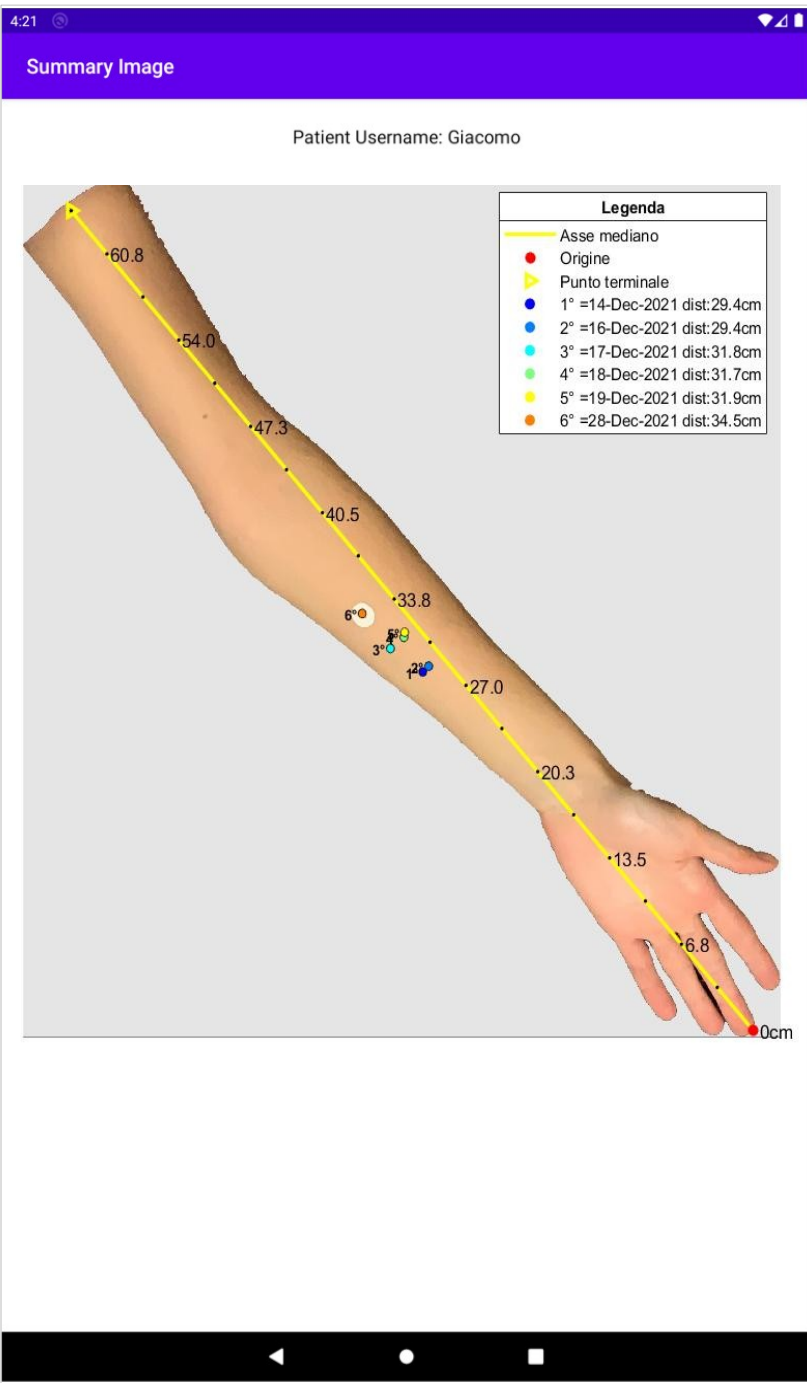
## Storico Modelli

- Anche per questo storico vengono riportate le annotazioni realizzate nella fase di upload



# Danno Tissutale

- Supporto degli infermieri e dei medici nel processo di selezione dei punti di inserzione degli aghi nella seduta in corso
- Verifica dei danni arrecati dagli aghi seduta dopo seduta



# Immagine Riassuntiva



- Verifica della qualità della tecnica di puntura adottata

## Occhiello:

i punti di inserzione devono essere nella stessa posizione

## Scala di Corda:

i punti di inserzione devono discostarsi tra di loro di qualche millimetro e variare in sequenza

# Conclusioni

Occorrono strumenti digitali per migliorare il mapping degli accessi vascolari a supporto della gestione quotidiana delle FAV dei pazienti dializzati. La realizzazione del progetto riguardante questa app rappresenta una possibile risposta a questa esigenza.



## ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI

- ✓ Necessità di utilizzare la registrazione in condizioni reali
- ✓ Buona capacità di generalizzabilità dell'algoritmo di segmentazione

### Aspetti da migliorare:

- Standardizzare con più cura il protocollo di acquisizione
- Migliorare le performance della registrazione



## APPLICAZIONE

- ✓ Ottimo apprezzamento dell'usabilità dell'app, delle sue funzioni e rappresentazioni
- ✓ Sistema aggiornabile facilmente e a bassi costi, con tutela della privacy

### Aspetti da migliorare:

- Integrare la soluzione all'interno del sistema informatico ospedaliero
- Definire i parametri di interesse per la ricerca
- Integrare l'elaborazione delle immagini nel Back-End



Grazie per l'attenzione