

## CAPITOLO 1

### PRINCIPI DELL'ECOGRAFIA

Introduzione	9
Fisica degli ultrasuoni	10
Formazione dell'immagine ecografica	10
Ruolo del generatore di impulsi e natura degli impulsi ultrasonori	17
Il trasduttore: trasmettitore e ricevitore	19
Il ricevitore: elaborazione e visualizzazione del segnale	20
Costruzione dell'immagine e calcolo della profondità	21
Scala di grigi e range dinamico	22
Geometria dell'immagine: scansione e orientamento	22
Gestione dei principali controlli: time gain compensation, guadagno, potenza acustica, fuoco e profondità	23
Sintesi dell'immagine finale	24
Strategia di ottimizzazione in sequenza	24
Terminologie e definizioni sull'ecogenicità: da ipoecogeno a iperecogeno, con esempi pratici	26
Orientamento e nomenclatura delle immagini	27
Terminologia relativa al movimento della sonda e alla ricerca degli echi migliori	30
Modalità di acquisizione: A-mode, B-mode, M-mode, Doppler e 3D/4D imaging	32
Artefatti: riconoscimento e gestione nella pratica clinica	32
Tecnologie emergenti: eco-contrastografia e intelligenza artificiale in ecografia	36
Conclusioni	43

## CAPITOLO 2

### PRODUZIONE DELL'IMMAGINE ECOGRAFICA

#### E IDENTIFICAZIONE DEI TESSUTI

Piani anatomici del corpo e movimenti della sonda ecografica	53
Posizionamento del trasduttore e orientamento spaziale	54
Riconoscimento ecografico dei tessuti del volto	56

**CAPITOLO 3**

<b>ECOGRAFIA IN MEDICINA ESTETICA: REQUISITI TECNICI</b>	61
Scelta del dispositivo: standard tecnologici per l'ecografia estetica del volto	62
Importanza della risoluzione ad alta frequenza	62
Scelta del trasduttore e importanza del footprint	64
Checklist tecnica per una scansione ecografica ottimale del volto	65
Rilevanza del progresso tecnologico e dell'adozione delle linee guida	65

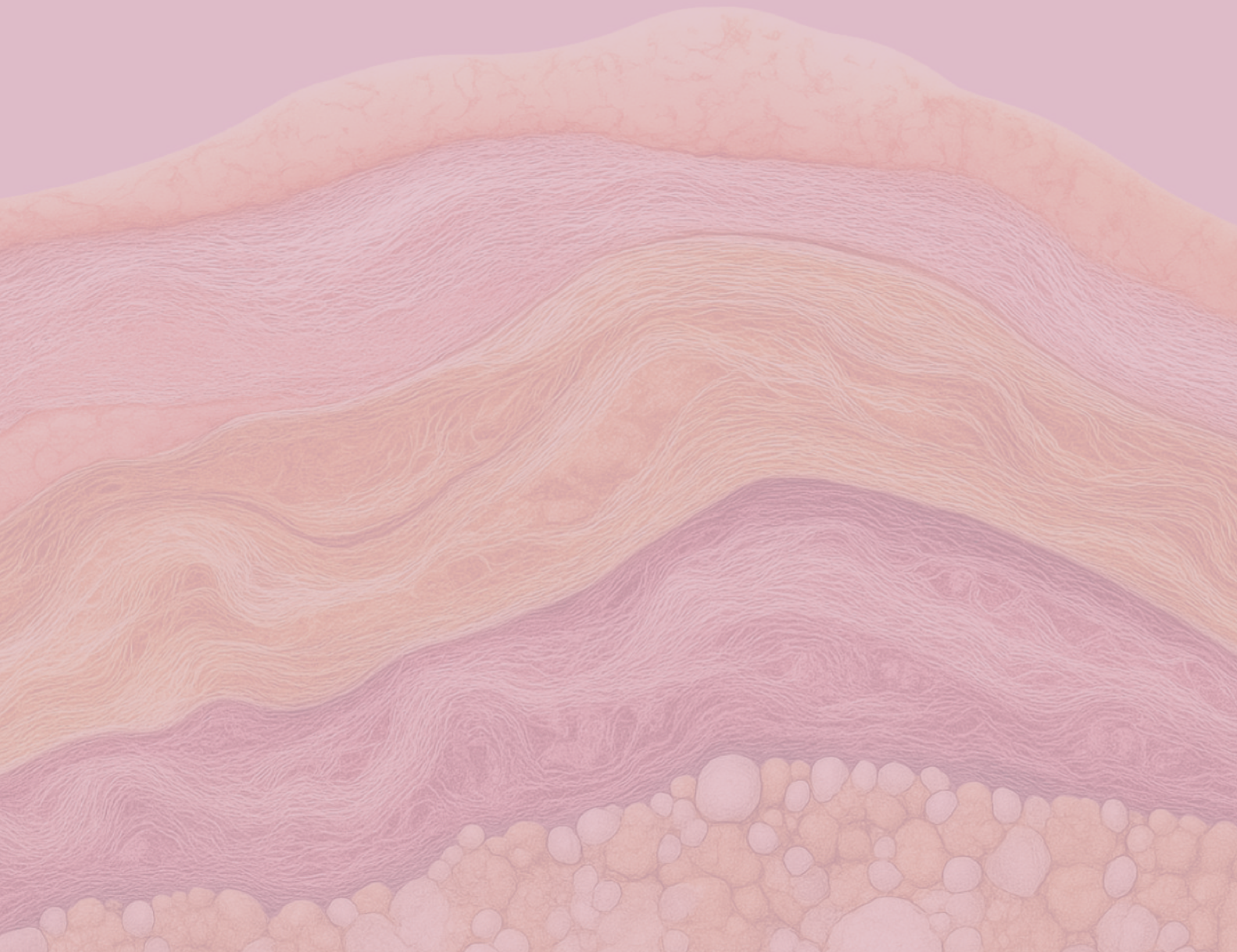
**CAPITOLO 4**

<b>ANATOMIA ECOGRAFICA DEL VOLTO</b>	67
<b>4.1 STRATI DEL VOLTO: CONSIDERAZIONI GENERALI</b>	68
Organizzazione stratigrafica generale del volto	68
Cute	70
Tessuto adiposo superficiale e profondo	71
Muscoli del volto e SMAS	74
Vascolarizzazione del volto	76
Innervazione del volto	83
Ghiandole salivari	87
Conclusioni	89
<b>4.2 FRONTE E GLABELLA</b>	94
Organizzazione stratigrafica di fronte e glabella	94
Cute e sottocute	94
Muscolo frontale	96
Fascia superficiale e profonda del frontale e periostio	96
Vascolarizzazione di fronte e glabella	101
Innervazione di fronte e glabella	105
<b>4.3 REGIONE TEMPORALE</b>	110
Organizzazione stratigrafica della regione temporale	110
Vascolarizzazione della regione temporale	113
Innervazione della regione temporale	119
Tecniche di iniezione dei filler nella tempia: approcci, piani e ruolo della guida ecografica	121
Principali rischi anatomici della regione temporale	121
Sicurezza e prevenzione delle complicanze nella regione temporale: il ruolo fondamentale dell'ecografia	122
<b>4.4 REGIONE PERIOCULARE E PALPEBRALE</b>	127
Organizzazione stratigrafica della regione periorbitale e palpebrale	127
Solco lacrimale (tear trough)	130
Vascolarizzazione della regione periorbitale e del solco lacrimale	135

<b>4.5 NASO</b>	140
Introduzione	140
Organizzazione stratigrafica del naso	140
Radice nasale	143
Dorso nasale medio	144
Punta nasale	145
Vascolarizzazione del naso	146
Conclusioni	154
<b>4.6 REGIONE MALARE</b>	157
Introduzione	157
Stratigrafia ecografica e complessità anatomica comparata della regione malare, zigomatica e infraorbitaria	157
Compartimenti adiposi e legamenti della regione malare: valutazione ecografica	165
Vascolarizzazione della regione malare	168
Considerazioni cliniche e implicazioni ecografiche	169
<b>4.7 GUANCIA E REGIONE PREAURICOLARE</b>	175
Introduzione	175
Guancia (porzione genienica)	175
Regione preauricolare	177
Vascolarizzazione arteriosa e venosa della guancia e dell'area preauricolare	179
Innervazione e aree di rischio	181
Implicazioni cliniche nella medicina estetica ecoguidata	184
<b>4.8 LABBRA E REGIONE PERIORALE</b>	189
Introduzione	189
Organizzazione stratigrafica delle labbra	189
Muscolatura periorale	193
Vascolarizzazione arteriosa e venosa della regione periorale	198
Innervazione della regione periorale	201
Applicazioni cliniche dell'ecografia nei trattamenti estetici periorali	203
<b>4.9 MENTO E REGIONE MANDIBOLARE</b>	212
Introduzione	212
Organizzazione stratigrafica di mento e mandibola	213
Muscoli del mento e della regione mandibolare	214
Vascolarizzazione arteriosa e venosa del mento e della regione mandibolare	216
Innervazione del mento e della regione mandibolare	218

CAPITOLO **1**

# PRINCIPI DELL'ECOGRAFIA



## Introduzione

L'ecografia si fonda su un insieme di principi fisici e tecnici che consentono di ottenere immagini in tempo reale dei tessuti. Questo capitolo fornisce una panoramica completa dei concetti alla base dell'ecografia e rappresenta una guida essenziale per chi voglia utilizzarla con competenza nel campo della medicina estetica. In particolare, si parte dalla **fisica degli ultrasuoni**, analizzando il fenomeno della propagazione delle onde sonore nei tessuti e spiegando come la frequenza, l'ampiezza e l'intensità del fascio ultrasonoro influiscano sulla risoluzione dell'immagine e sulla profondità di penetrazione.

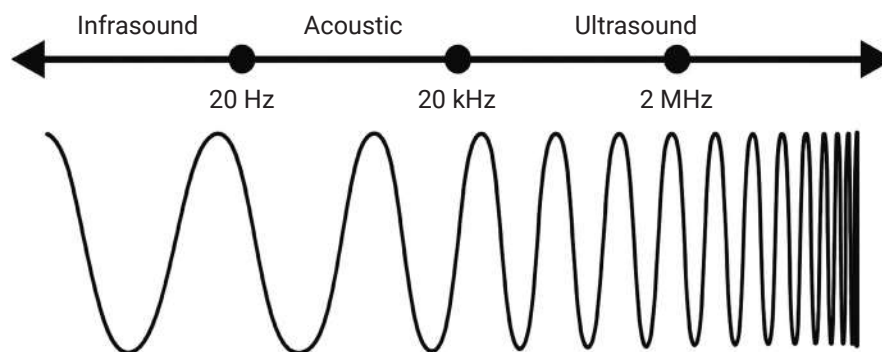
Si illustra quindi la **formazione dell'immagine ecografica**, descrivendo il processo "impulso-eco" e il ruolo chiave dei cristalli piezoelettrici nel trasduttore. Particolare attenzione è riservata all'ottimizzazione dei parametri, tra cui **guadagno, focus e profondità**, che consentono di regolare con precisione la luminosità e la nitidezza dell'immagine. In parallelo, vengono introdotti i termini fondamentali per descrivere l'ecogenicità dei tessuti (ipoecogeno, iperecogeno, anecogeno), offrendo esempi pratici per un linguaggio diagnostico condiviso.

Il capitolo si sofferma poi sulle **modalità di acquisizione** più diffuse: dal B-mode, indispensabile per la visualizzazione bidimensionale in scala di grigi, al M-mode, utile soprattutto in cardiologia, fino alle modalità Doppler (Color e Power Doppler) per lo studio del flusso vascolare. Vengono infine accennate le potenzialità della tecnologia 3D/4D, con cui si realizzano ricostruzioni volumetriche e valutazioni in tempo reale dell'anatomia.

Un'ampia sezione è dedicata agli **artefatti**, fenomeni inevitabili che possono alterare la percezione dell'immagine (ad esempio, il cono d'ombra, il rinforzo acustico posteriore, l'effetto specchio). Riconoscerli e gestirli correttamente è cruciale per evitare errori diagnostici. Infine, si introduce l'universo delle **tecnologie emergenti** in ecografia, come l'eco-contrastografia con microbolle e l'intelligenza artificiale, innovazioni che aprono prospettive entusiasmanti anche nella medicina estetica per migliorare la qualità diagnostica e la sicurezza delle procedure.

## Fisica degli ultrasuoni

La fisica degli ultrasuoni costituisce il fondamento teorico sul quale si basa l'ecografia clinica. Comprendere a fondo questi principi permette al medico di ottimizzare l'immagine, interpretare correttamente le strutture visualizzate ed evitare errori di diagnosi. Gli ultrasuoni sono onde sonore con frequenze superiori alla soglia uditiva umana, cioè al di sopra dei 20 kHz (fig. 1). Nell'ambito della diagnostica per immagini, le sonde ecografiche utilizzano solitamente frequenze che spaziano da 1 a 20 MHz o più, a seconda delle necessità

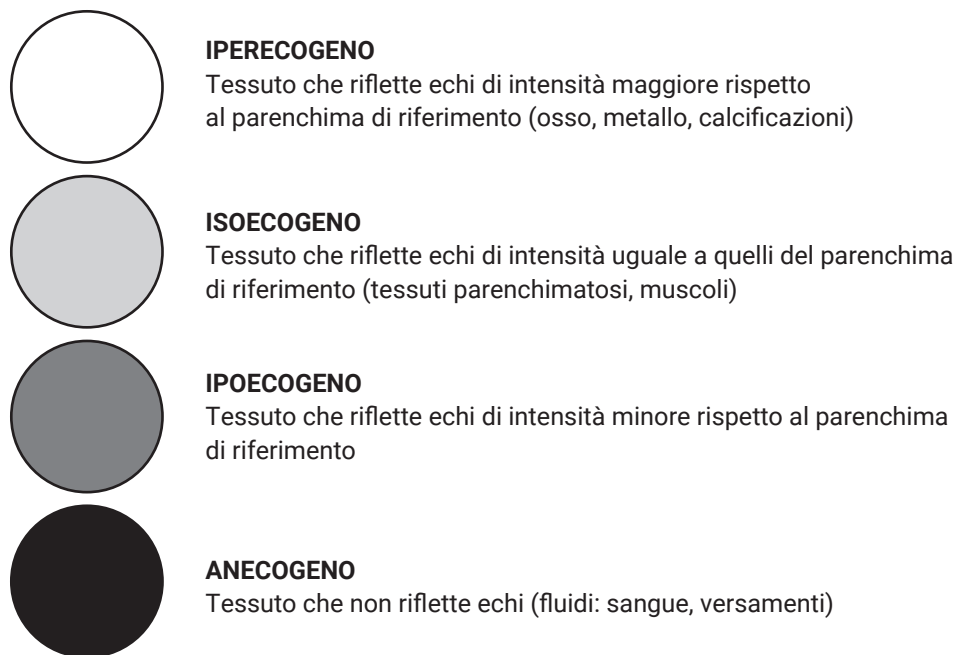


**FIGURA 1**  
Spettro delle onde sonore

cliniche e del distretto corporeo da esaminare. Per l'anatomia del volto e le sue applicazioni in medicina estetica, si prediligono frequenze elevate, superiori a 15 o 20 MHz, poiché la richiesta di risoluzione è maggiore di quella che si utilizza per esami più profondi (come l'addome). Tuttavia, bisogna sempre ricordare che l'aumento della frequenza riduce la penetrazione dell'onda, e di conseguenza la profondità esplorabile risulta inferiore rispetto a sonde a bassa frequenza.

Gli ultrasuoni, in quanto onde meccaniche, necessitano di un mezzo solido, liquido o gassoso per propagarsi. Nel corpo umano, il suono attraversa principalmente tessuti molli, liquidi e, in misura minore, strutture più dense come ossa o cartilagini, con efficienza variabile a seconda delle proprietà fisiche del tessuto. Il suono non può propagarsi nel vuoto perché, trattandosi di un'onda di pressione, richiede la presenza di molecole da comprimere e rarefare. Il continuo succedersi di zone di compressione e di rarefazione rappresenta la vera essenza di un'onda sonora: durante la compressione, le molecole del mezzo vengono "spinte" l'una verso l'altra, mentre nella rarefazione si allontanano, creando un moto oscillatorio che si sposta lungo la direzione dell'onda (fig. 2).

Per analizzare in modo sistematico il fenomeno, si devono considerare diversi parametri acustici. Tra i più importanti figurano la frequenza, il periodo, la lunghezza d'onda, l'ampiezza, la potenza e l'intensità (fig. 3). La frequenza, misurata in hertz (Hz), indica quante volte si ripete un ciclo completo (compressione più rarefazione) in un secondo. Un'onda a 1 Hz effettua quindi un solo ciclo al secondo, mentre un'onda a 1 MHz (1 milione di Hz) ne compie un milione nello stesso intervallo di tempo. Il periodo è l'inverso matematico della frequenza: se un fascio ultrasonoro possiede una frequenza di 10 MHz, il suo periodo sarà pari a  $1/10.000.000$  di secondo. In termini pratici, frequenza e periodo forniscono indicazioni su quanta "densità di energia" l'onda trasporta in un certo lasso di tempo e su come questa energia si distribuisce attraverso i tessuti.



**FIGURA 10**  
Griglia illustrativa dei gradi di ecogenicità

riflette meno ultrasuoni rispetto ad esso.

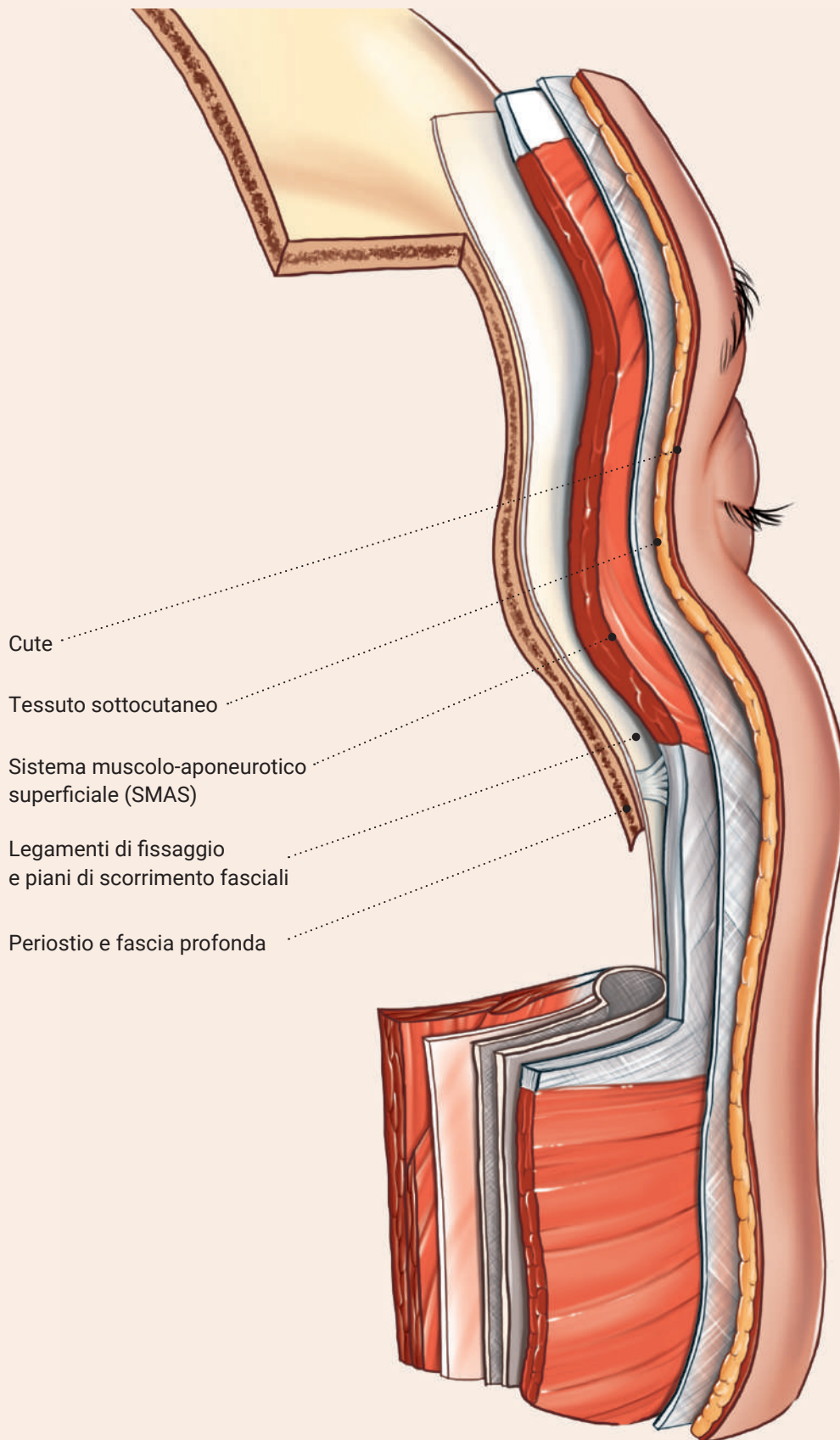
- **Anecogeno:** appare nero sullo schermo, poiché riflette quasi zero ultrasuoni. Un tipico esempio è il liquido “puro” (acqua, siero limpido).

In medicina estetica può capitare di imbattersi in situazioni come la presenza di filler densi e particolati (talvolta iperecogeni) o la formazione di raccolte fluide (sieromi, ematomi) che appaiono ipoecogene o anecogene. Descrivere correttamente questi reperti consente di comunicare in modo univoco con altri specialisti o con la documentazione clinica, nonché di monitorare l'evoluzione dei tessuti nel tempo.

Oltre alla luminosità o “tono di grigio”, possono entrare in gioco altri fattori che arricchiscono la descrizione di un'immagine ecografica (fig. 11). Ne riportiamo alcuni tra i più importanti.

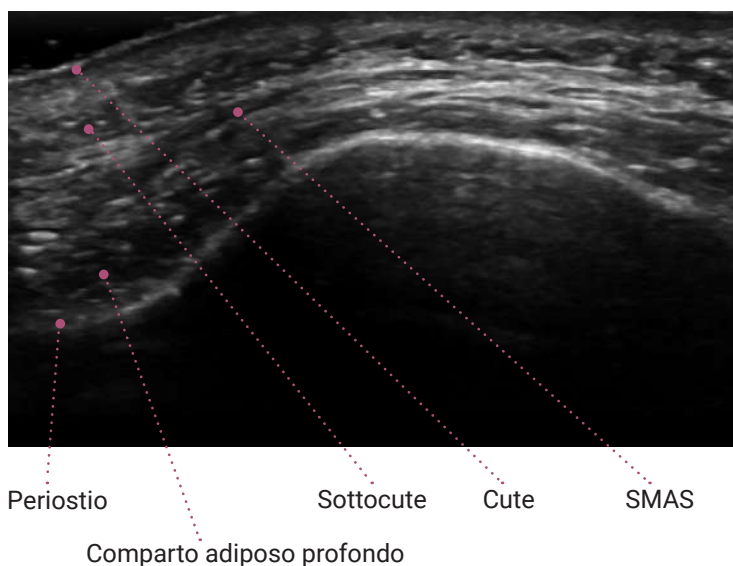
- **Ombra acustica (shadowing):** un'area scura che compare al di sotto (in profondità) di una struttura altamente riflettente o fortemente attenuante, come l'osso o certe calcificazioni. In questo caso, gli ultrasuoni non riescono a passare oltre l'ostacolo, e si crea un cono d'ombra.
- **Rinforzo acustico posteriore (enhancement):** al contrario dell'ombra acustica, quando si trova un mezzo che assorbe molto poco (ad esempio, una cisti liquida), i tessuti in profondità rispetto a esso risultano più luminosi, poiché ricevono una maggiore quantità di ultrasuoni. Questo fenomeno va riconosciuto per evitare di interpretare

## STRATIFICAZIONE DEL VOLTO



**FIGURA 27**

Disegno anatomico degli strati del volto in visione sagittale e trasversale mediale



**FIGURA 28**  
Immagine ecografica,  
scansione trasversale,  
a livello dello zigomo in cui  
si riconoscono  
i cinque strati fondamentali

dolari (parotide, ghiandole salivari minori), vasi e nervi di calibro significativo, o da inserzioni ligamentose che interrompono la continuità dei compartimenti adiposi.

La scansione ecografica deve sempre avvenire in coerenza con questa logica stratificata, cercando di identificare l'allineamento tra i piani osservati e la zona anatomica di riferimento. Questa stratificazione fondamentale inoltre può variare significativamente tra le aree del volto, passando da aree più sottili a minor complessità (per esempio, tristratificazione del solco lacrimale o naso) ad aree più spesse e a maggior complessità (dieci strati della tempia).

## Cute

La **cute** rappresenta il rivestimento più esterno ed è composta da **epidermide** e **derma**. Appare come una banda superficiale iperecogena, con una sottile linea iperecogena corrispondente all'epidermide e una banda sottostante di ecogenicità intermedia che rappresenta il derma.

Lo spessore cutaneo varia significativamente nelle diverse aree del volto, come confermato da Kim et al. e da studi ecografici e istologici:

- le regioni palpebrali e periorbitarie presentano la cute più sottile (0,4-0,8 mm);
- le zone nasali, mentoniera e zigomatica mostrano maggiore spessore (1,5-2 mm).

Questa variabilità ha rilevanza clinica, poiché la profondità dell'iniezione deve essere adattata alla capacità contenitiva della cute e alla sua elasticità, evitando il rischio di overcorrezione, noduli o visibilità del prodotto in aree sottili.

COMPARTIMENTI ADIPOSI SUPERFICIALI DEL VOLTO

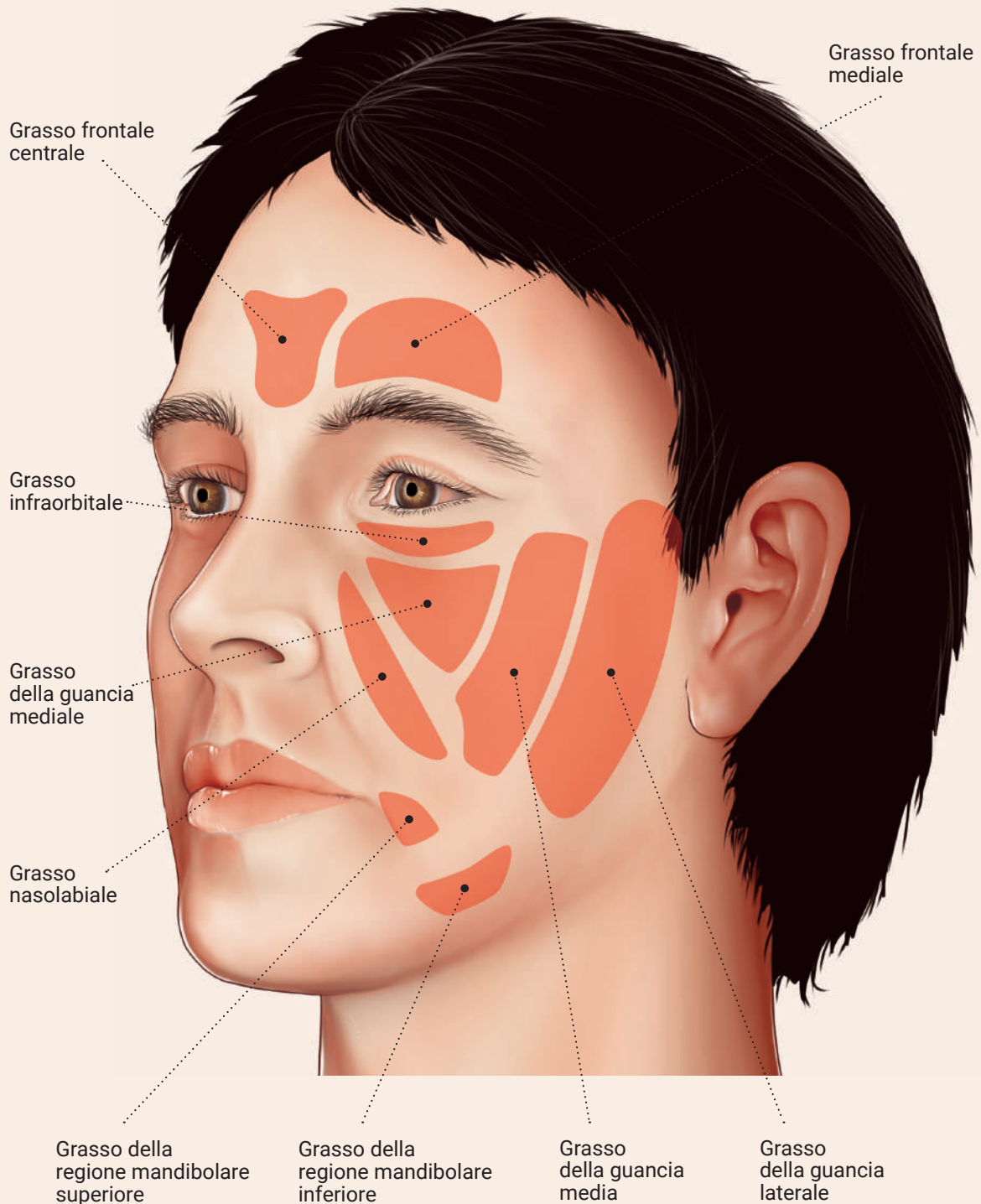


FIGURA 29A

Schema illustrativo della compartimentazione adiposa del volto: compartimenti adiposi superficiali

(AF), ramo della carotide esterna, che origina al margine inferiore della mandibola e risale lungo la guancia medialmente al muscolo massetere.

I suoi rami principali includono le seguenti arterie:

- **arteria labiale inferiore;**
- **arteria labiale superiore;**
- **arteria submentale;**
- **arteria laterale del naso;**
- **arteria angolare.**

L'arteria facciale termina generalmente come arteria angolare, che si dirige verso il canto mediale dell'occhio e può anastomizzarsi con rami dell'**arteria oftalmica**, come la dorsale del naso e la sovratrocleare, configurando così possibili vie di embolizzazione retrograda e complicanze gravi come necrosi e cecità.

Un altro vaso di fondamentale importanza è l'**arteria temporale superficiale (ATS)**, ramo terminale della carotide esterna, che emerge anteriormente al trago, decorre nella fascia temporale superficiale e si divide tipicamente in due rami: **ramo frontale** (frontalis) e **ramo parietale** (parietalis). Il ramo frontale si dirige anterosuperiormente verso la fronte, spesso in corrispondenza della linea temporale. Questo ramo è particolarmente rilevante nelle infiltrazioni nella **regione temporale e nella fronte**, dove la sua posizione superficiale lo rende vulnerabile a iniezioni intravascolari accidentali.

Studi ecografici e dissezioni hanno mostrato come la posizione dell'arteria temporale superficiale sia estremamente variabile, potendo decorrere **subcutaneamente, in sede interfasciale, o subfasciale** tra i piani della fascia. Tale variabilità, combinata con la vicinanza al nervo temporale frontale, giustifica l'impiego routinario dell'ecografia Doppler per la sua localizzazione precisa.

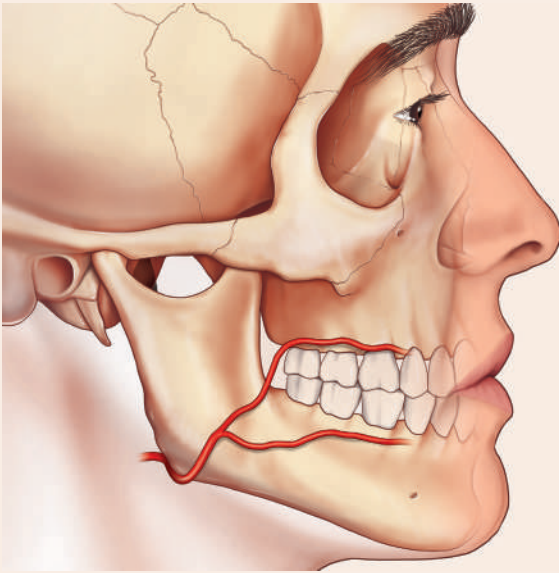
### **Arteria facciale, arteria angolare e varianti anatomiche: implicazioni per la medicina estetica ecoguidata**

L'**arteria facciale** è un ramo terminale della carotide esterna e rappresenta il principale vaso che vascolarizza le regioni centrale e inferiore del volto. Il suo decorso è tortuoso e superficiale: emerge dal bordo inferiore della mandibola all'altezza del margine anteriore del muscolo massetere, attraversa la base della mandibola, risale diagonalmente lungo la guancia, attraversa il solco nasolabiale e termina nella regione orbitale mediale come arteria angolare. Durante il suo percorso, l'arteria facciale emette rami collaterali come l'arteria labiale superiore (ALS), l'arteria labiale inferiore (ALI), l'arteria nasale laterale e, in alcuni casi, l'arteria columellare. Secondo Koziej et al. (2022), l'arteria labiale superiore è presente nell'82,2% dei casi e l'arteria angolare nel 42,5%, confermando una significativa variabilità nella presenza e nello sviluppo dei rami terminali.

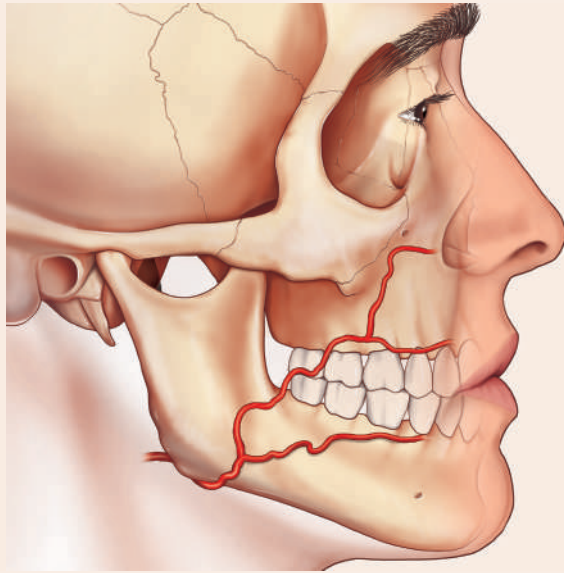
L'origine dell'arteria angolare può variare: oltre che dall'arteria facciale, può derivare

## DECORSO DELL'ARTERIA FACCIALE: VARIANTI ANATOMICHE

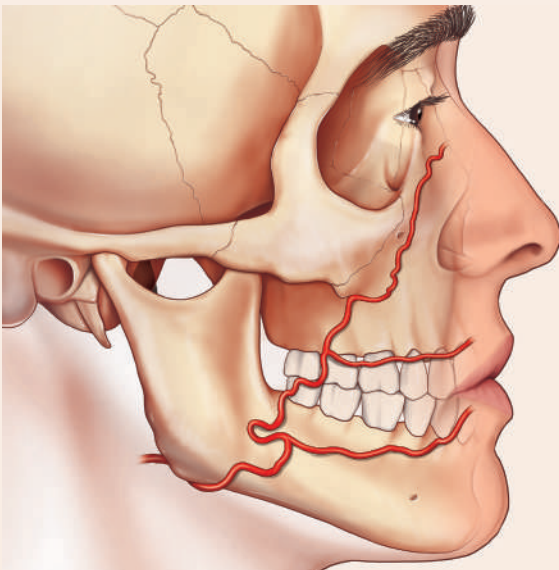
TIPO I - 24,7%



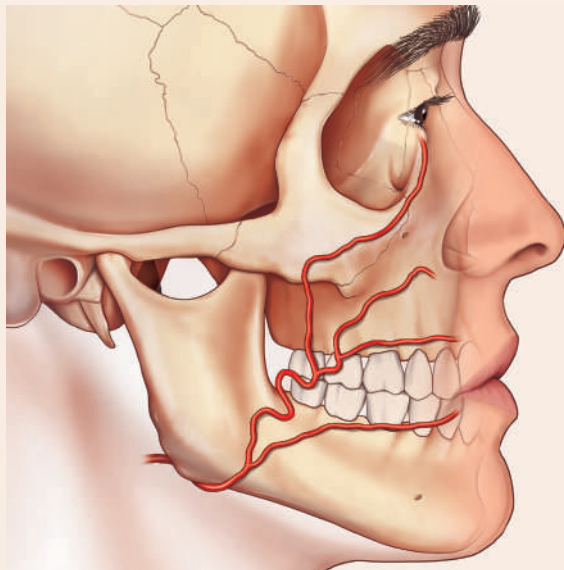
TIPO II - 31,4%



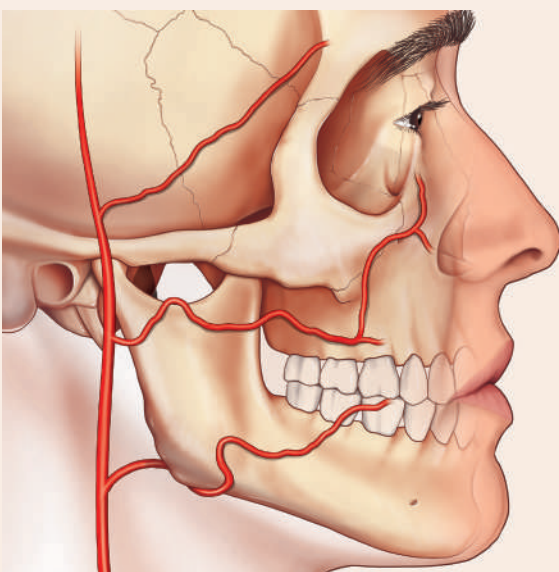
TIPO III - 40%



TIPO IV - 1,6%



TIPO V - 2,4%



**FIGURA 32**

Classificazione delle varianti del decorso dell'arteria facciale e loro frequenza.

**Tipo I:** termina prossimalmente all'arteria labiale superiore.

**Tipo II:** termina distalmente all'arteria labiale superiore, vicino alla piega nasolabiale.

**Tipo III:** decorso classico, con l'arteria nasale laterale o l'arteria angolare come ramo terminale.

**Tipo IV:** decorso "duplex" con un ramo angolare laterale dominante.

**Tipo V:** tipo aggiuntivo di decorso dell'arteria facciale caratterizzato da un vaso ipoplastico, mentre il restante decorso è fornito dall'arteria facciale trasversa, che risulta dominante.

## 4.2

# FRONTE E GLABELLA

### Organizzazione stratigrafica di fronte e glabella

L'esplorazione ecografica della regione frontale rappresenta una delle fasi più significative nell'imaging del volto in medicina estetica, in quanto consente l'analisi in tempo reale di una zona topograficamente semplice ma ricca di elementi anatomici funzionalmente e clinicamente rilevanti. La fronte, infatti, pur essendo una delle regioni morfologicamente più lineari, si caratterizza per una stratificazione tissutale complessa, con variazioni di spessore, densità e composizione nei differenti terzi (superiore, medio e inferiore), e con la presenza di strutture neurovascolari la cui posizione può variare in modo significativo tra i soggetti.

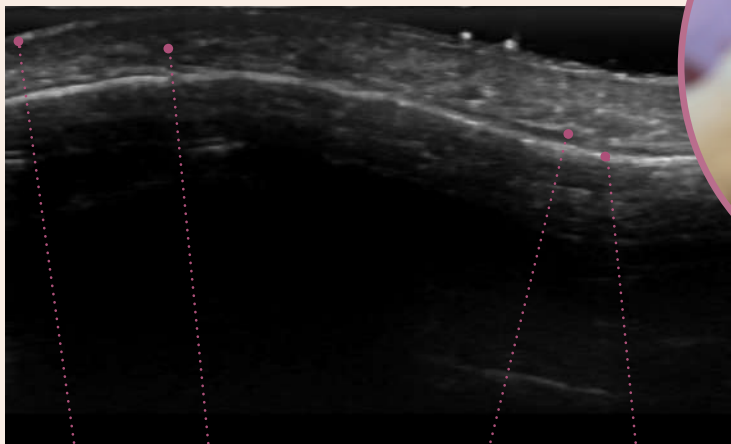
### Cute e sottocute

La **cute** frontale si presenta ecograficamente come una struttura a due strati: l'**epidermide**, iperecogena e lineare, e il **derma**, meno riflettente, che appare come una banda intermedia a ecogenicità variabile, in funzione del contenuto di fibre collagene e dello stato di idratazione. Il suo spessore medio è di circa 1,7-2,0 mm nel terzo superiore, con una progressiva riduzione nel terzo medio (1,5-1,7 mm) e inferiore, fino a raggiungere valori inferiori a 1,4 mm, nella regione glabellare. La variabilità individuale è influenzata da sesso, età e BMI.

Subito al di sotto del derma, si trova il **pannicolo adiposo superficiale**, visibile come uno strato ipoecogeno interrotto da setti fibrosi iperecogeni. Il grasso frontale superficiale ha uno spessore altamente variabile: è più rappresentato nel terzo superiore (fino a 4,0 mm), si assottiglia nel terzo medio (2,0-2,5 mm), e può essere quasi assente nella glabella, dove è sostituito da tessuto fibroadiposo denso, scarsamente deformabile e spesso adeso alla muscolatura sottostante (fig. 37).

**FIGURA 37**

Scansione longitudinale della fronte, lungo la linea emipupillare e disegno anatomico della stratificazione dei tessuti della regione frontale

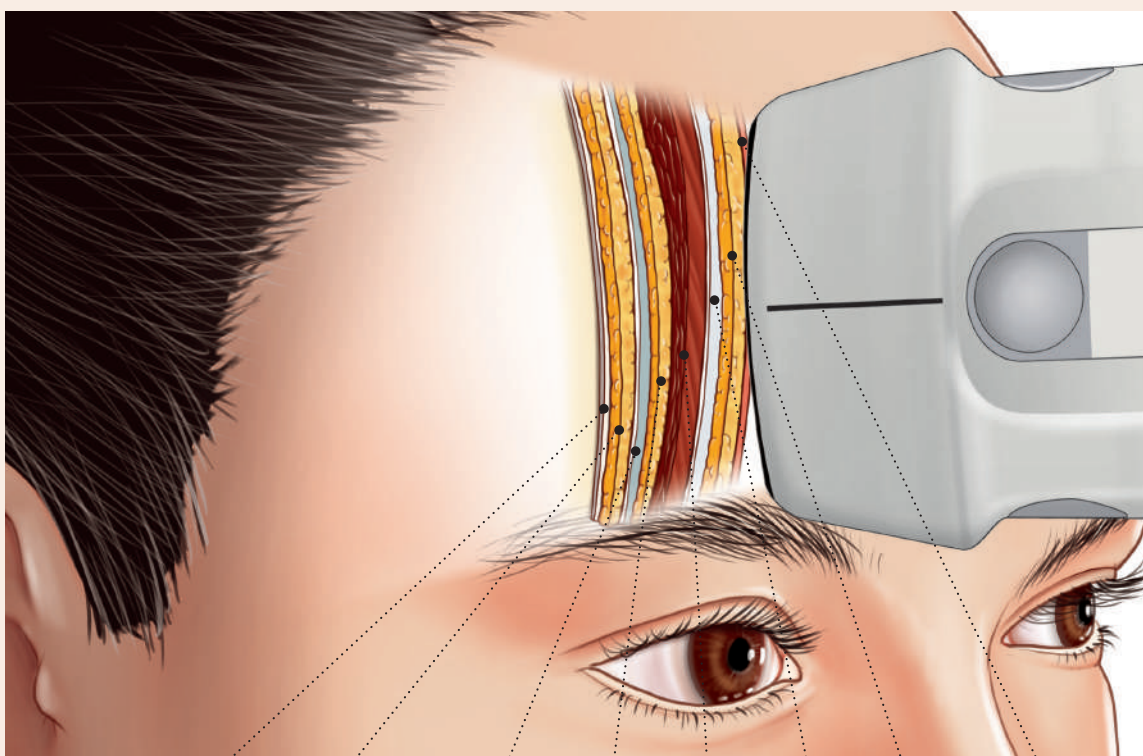


Cute

Sottocute

Muscolo frontale

Periostio



Periostio

Grasso profondo

Fascia

Grasso

Muscolo frontale

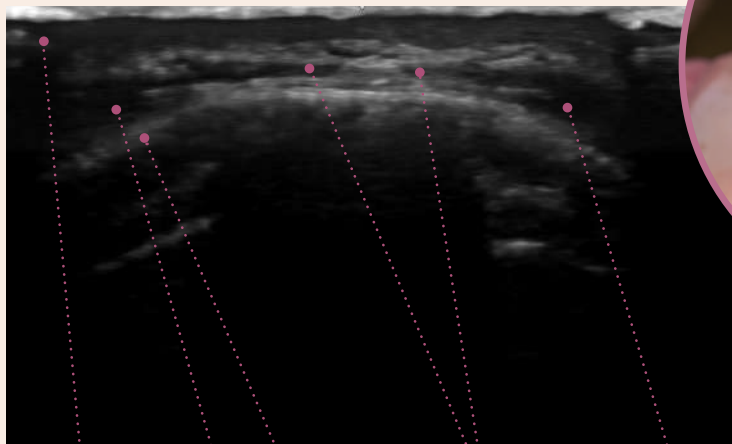
Fascia

Grasso sottocutaneo

Derma

**FIGURA 39A**

Scansione trasversale della glabella mediana con evidenza dei muscoli procero, corrugatore e orbicolare oculare, e disegno anatomico della muscolatura della regione glabellare



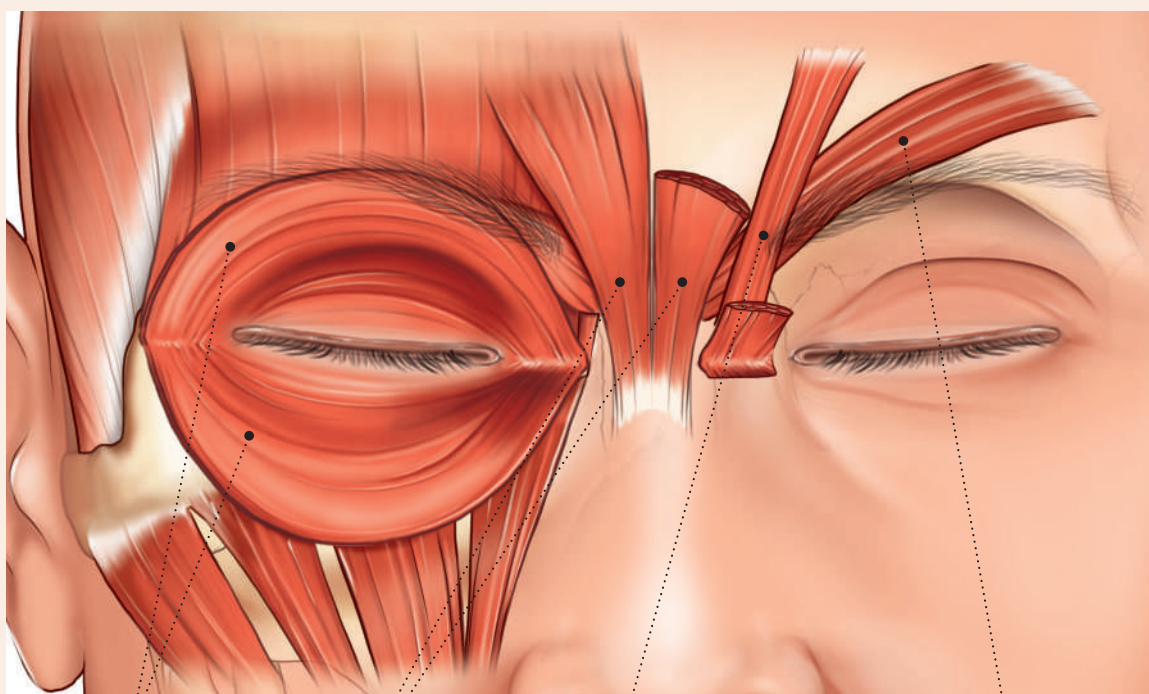
Cute

Periostio

Procero

Testa del muscolo  
corrugatore di destra

Testa del muscolo  
corrugatore di sinistra



Muscolo orbicolare  
dell'occhio

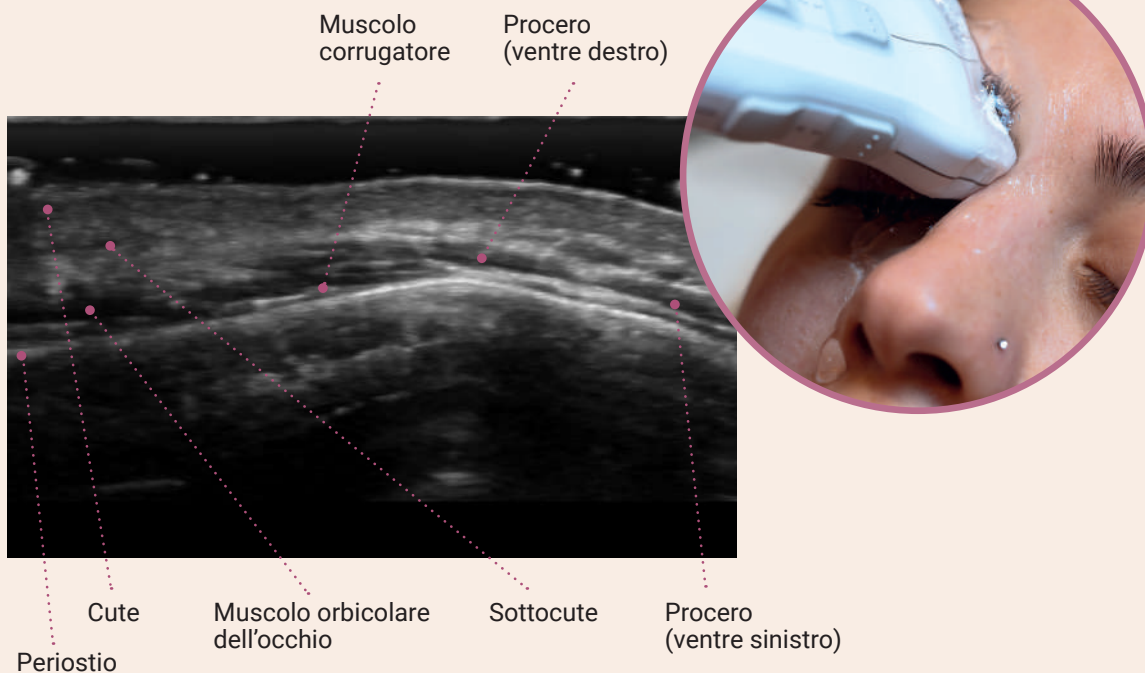
Procero

Muscolo depressore  
del sopracciglio

Muscolo corrugatore  
del sopracciglio

### FIGURA 39B

Scansione trasversale della glabella paramediana con evidenza dei muscoli procero, corrugatore e orbicolare oculare

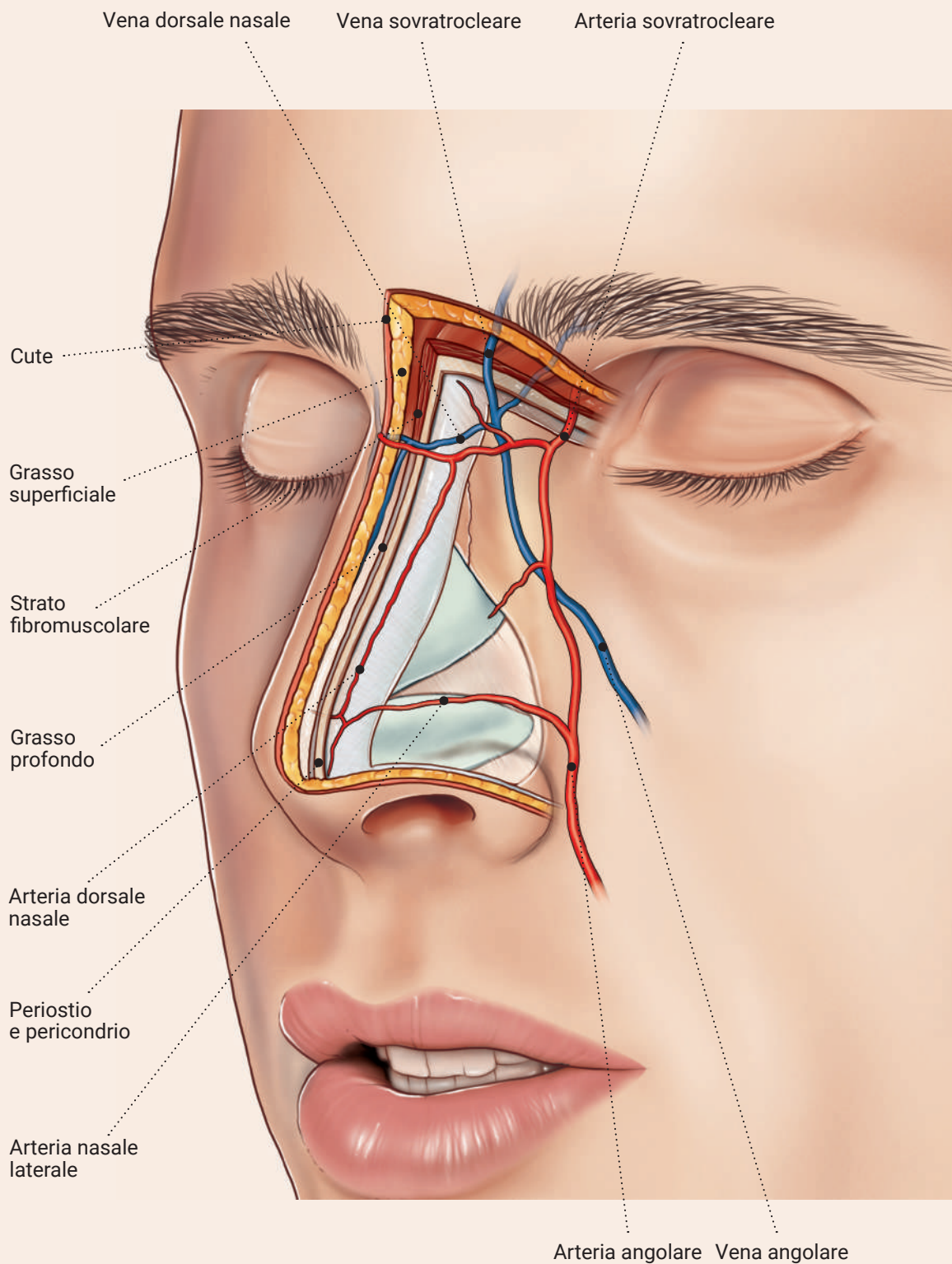


Il **muscolo procero** è situato in posizione mediana nella glabella, superficialmente rispetto all'osso nasale e al periostio. Origina dalla parte superiore della cartilagine nasale laterale e dall'osso nasale, per inserirsi nel derma tra le sopracciglia. La sua funzione è quella di abbassare la parte mediale delle sopracciglia, creando pieghe trasversali sulla radice del naso.

Ecograficamente appare come una piccola formazione ipoecogena, triangolare, con origine sul periostio dell'osso nasale superiore e inserzione a livello della cute tra le sopracciglia. In alcuni soggetti risulta costituito da due ventri muscolari paramediani con morfologia a "V". Il suo spessore medio è di circa 1,0-1,5 mm e la sua superficie è in stretta relazione con l'arteria sovratrocleare, che può attraversarlo o scorrergli superficialmente. L'ecografia consente una valutazione accurata del procero solo con sonde ad altissima frequenza e con uno strato di gel sufficiente a evitare la compressione dei piani superficiali.

Il procero rappresenta un altro target importante per la tossina botulinica nella gestio-

**STRATIFICAZIONE DEL NASO**



**FIGURA 59B**  
Disegno anatomico della stratificazione dei tessuti a livello del naso e relativa vascolarizzazione arteriosa e venosa

### Radice nasale

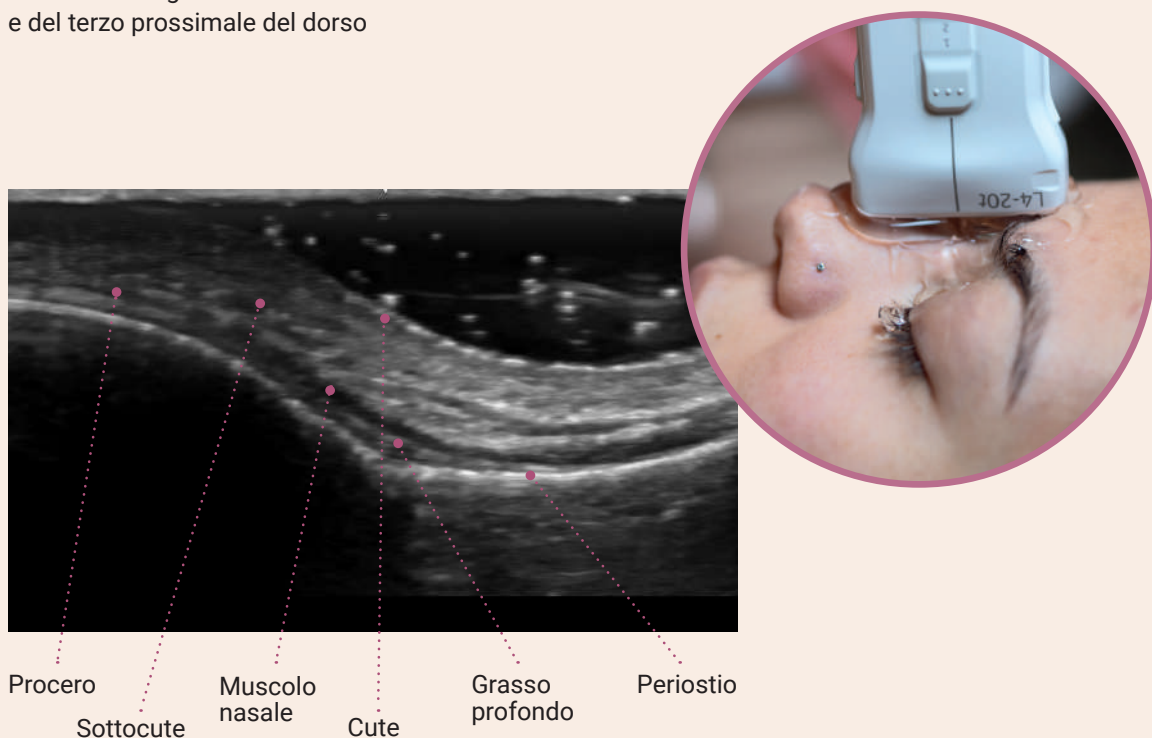
La radice nasale (radix) si estende dalla glabella al punto di transizione con le ossa nasali. A livello ecografico, la radice presenta una stratificazione semplificata, in cui si riconoscono le seguenti strutture (fig. 60).

1. **Cute (epidermide e derma):** strato iperecogeno di spessore medio.
2. **Sottile strato adiposo subdermico:** spesso meno di 1 mm, scarsamente rappresentato.
3. **Muscolo procero:** ipoecogeno, ad andamento verticale.
4. **Ossso nasale:** margine profondo iperecogeno con riverbero posteriore.

In questa sede, **la struttura muscolare è predominante**, con inserzione diretta del proce-ro sull'osso. Non è presente uno strato adiposo profondo. L'arteria dorsale nasale decorre prevalentemente in sede superficiale, nel tessuto adiposo subdermico.

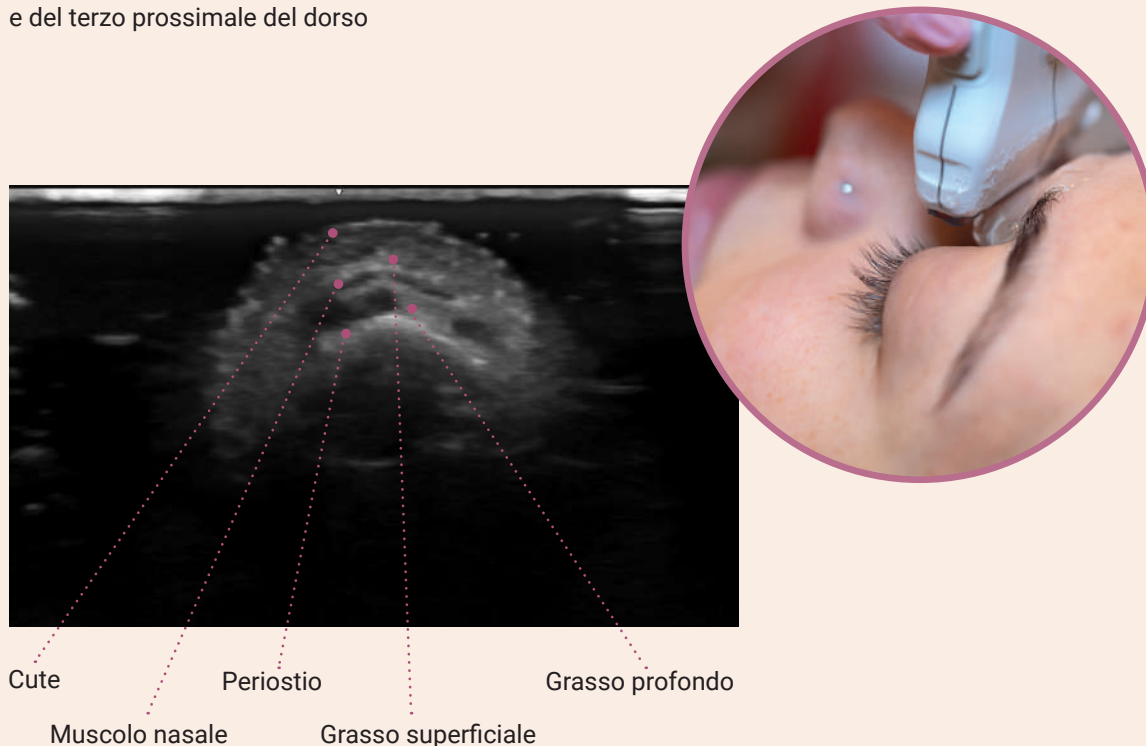
#### FIGURA 60A

Scansione longitudinale della radice del naso e del terzo prossimale del dorso



## FIGURA 60B

Scansione trasversale della radice del naso e del terzo prossimale del dorso



## Dorso nasale medio

Il dorso nasale medio, compreso tra radice e punta, rappresenta il tratto in cui è più frequentemente possibile identificare la configurazione a cinque strati (fig. 61).

1. Cute
2. Tessuto adiposo superficiale
3. Muscolo nasale trasverso (pars transversa del nasalis)
4. Tessuto areolare lasso
5. Pericondrio/periostio

In questa regione, il muscolo trasverso è disposto trasversalmente e la stratificazione è più netta rispetto alla radice. Lo spessore complessivo dei tessuti molli è generalmente compreso tra 2 e 4 mm nei soggetti normopeso. L'identificazione ecografica del piano supra-periosteale o supra-pericondrale è fondamentale per la sicurezza delle iniezioni di rinofiller, come confermato dalla letteratura.