

Indice

1. PRINCIPI DI ANATOMIA DELLE FASCE MUSCOLARI E APPLICAZIONI DEI BLOCCHI DI FASCIA IN ANESTESIA LOCOREGIONALE

Carla Stecco

CONSIDERAZIONI GENERALI	1
FASCIA SUPERFICIALE	2
FASCIA PROFONDA	2
Primo piano miofasciale del tronco	3
Secondo piano miofasciale del tronco	4
Terzo piano miofasciale del tronco	6
FASCE VISCERALI	7
INNERVAZIONE DELLA FASCIA	7
Letture consigliate	9

2. BLOCCHI DI FASCIA: COME FUNZIONANO, COME SI ESEGUONO

Pierfrancesco Fusco, Francesca De Sanctis,

Fausto D'Agostino, Gian Marco Petroni

CHE COSA SI INTENDE PER BLOCCO DI FASCIA: DEFINIZIONE	11
MECCANISMI D'AZIONE DEI BLOCCHI DI FASCIA E FISIOPATOLOGIA DEL SISTEMA FASCIALE: LA FASCIA COME TARGET	11
PREPARAZIONE	12
POSIZIONE DELL'ECOGRAFO E DEL PAZIENTE	13
FATTORI CHE INFLUENZANO L'EFFICACIA DEL BLOCCO DI FASCIA	13
Fattori operatore-dipendenti	13
Scelta dell'ago	14
Ricerca dei segni ecografici di corretta esecuzione del blocco di fascia	14
Blocco di fascia statico o dinamico	16
Fattori paziente-dipendenti	16
Età del paziente	16
Caratteristiche fisiche del paziente	17
Condizioni cliniche del paziente	17
Fattori legati alla miscela anestetica	17
CONCLUSIONI	17
Bibliografia	18

3. BLOCCHI DELLA PARETE TORACICA ANTERIORE

Pierfrancesco Fusco, Emanuele Nazzarro,

Francesca De Sanctis, Gian Marco Petroni

INTERPECTORAL PLANE BLOCK (IPP) E PECTOSERRATUS PLANE BLOCK (PSP)	19
Considerazioni generali	19
Anatomia	20
Muscoli	20
Nervi	22
Fasce	26
Sonoanatomia	26
Target del blocco	27
Descrizione delle tecniche	28
IPP block	28
PSP block	29
Indicazioni e dosaggi	31
SUPERFICIAL PARASTERNAL INTERCOSTAL PLANE (PIP) BLOCK	33
Considerazioni generali	33
Anatomia	34
Sonoanatomia	34
Descrizione della tecnica	35
Indicazioni e dosaggi	36
SERRATUS PLANE BLOCK (BLOCCO DEL PIANO DEL SERRATO)	37
Considerazioni generali	37
Anatomia e sonoanatomia	37
Descrizione della tecnica	38
Indicazioni e dosaggi	41
Complicanze e controindicazioni	43
Letture consigliate	44

4. BLOCCHI DELLA PARETE TORACICA POSTERIORE

Paolo Scimia, Claude Thierry Bagaphou,

Giuseppe Sepolvere, Luca Gentili

CONSIDERAZIONI GENERALI	47
ANATOMIA	48
SONOANATOMIA	49
COME FUNZIONA IL BLOCCO	51

DESCRIZIONE DELLE TECNICHE	52
Blocco paravertebrale toracico	52
Sonoanatomia ed esecuzione del blocco	53
Erector Spinae Plane (ESP) block	55
Sonoanatomia ed esecuzione del blocco	55
Blocco retrolaminare	58
Sonoanatomia ed esecuzione del blocco	58
Midpoint Transverse process to Pleura (MTP) block	59
Sonoanatomia ed esecuzione del blocco	59
Serratus Posterior Superior Intercostal Plane (SPSIP) block	59
Sonoanatomia ed esecuzione del blocco	59
Paraspinal-Intercostal Plane block	60
INDICAZIONI, CONTROINDICAZIONI E COMPLICANZE	60
Lettere consigliate	65

5. BLOCCHI DELLA PARETE ADDOMINALE ANTERIORE

Fabrizio Fattorini, Raffaele Perna, Walter Ciaschi,
Mario Tedesco, Mario Bosco

ANATOMIA	67
Retti dell'addome	67
Muscolo obliquo esterno	67
Muscolo obliquo interno	69
Muscolo trasverso dell'addome	69
Vascularizzazione	69
Arteria epigastrica superiore	69
Arteria epigastrica inferiore	69
Innervazione	69
TRANSVERSUS ABDOMINIS PLANE (TAP) BLOCK	72
Considerazioni generali	72
Target e timing del blocco	72
Descrizione delle tecniche	72
Tecnica "blind"	72
Tecnica ecoguidata	72
Approcci per l'esecuzione del TAP block	75
Approccio medio-ascellare (in precedenza denominato TAP block laterale)	75
QLB laterale (approccio posteriore o QLB 1)	76
Approccio sottocostale obliquo	76
Approccio sottocostale	79
TAP block bilaterale	79
TAP block continuo	79
TAP block dinamico	80
TAP block e utilizzo di adiuvanti	80
Indicazioni e dosaggi	80
Complicanze e controindicazioni	81
Indicazioni nel dolore cronico	83
BLOCCO DEI NERVI ILEOPOGASTRICO, ILEOINGUINALE E GENITOFEMORALE	84
Considerazioni generali	84
Anatomia e sonoanatomia	85
Descrizione delle tecniche	88
Indicazioni e dosaggi	92

Complicanze e controindicazioni	92
Indicazioni nel dolore cronico	93
BLOCCO DELLA FASCIA DEI RETTI (RECTUS SHEATH BLOCK)	94
Considerazioni generali	94
Anatomia e sonoanatomia	96
Target del blocco	98
Descrizione della tecnica ecoguidata	99
Blocco continuo della guaina del muscolo retto	101
Indicazioni e dosaggi	102
Complicanze e controindicazioni	102
Indicazioni nel dolore cronico	102
Lettere consigliate	103

6. BLOCCHI DELLA PARETE ADDOMINALE POSTERIORE

Astrid Ursula Behr

CONSIDERAZIONI GENERALI	105
ANATOMIA	106
SONOANATOMIA	108
TECNICA	110
Preparazione	111
QLB laterale (QLB 1 secondo Blanco)	111
QLB posteriore (QLB 2)	114
QLB anteriore (transmuscolare o tQLB; QLB 3)	114
QLB intramuscolare (QLB 4)	115
Blocco della fascia transversalis (TFP block)	116
DOSAGGIO E SCELTA DELL'ANESTETICO LOCALE	116
COMPLICANZE ED EFFETTI COLLATERALI	116
INDICAZIONI	117
Applicazione in ambito pediatrico	118
Applicazione per il dolore cronico	118
CONTROINDICAZIONI	118
Lettere consigliate	118

7. BLOCCHI DI FASCIA NELLA CHIRURGIA DELLA MAMMELLA

Pierfrancesco Fusco, Giuseppe Sepolvere,
Gian Marco Petroni, Emanuele Nazzarro,
Cristiano D'Errico, Paolo Scimia

CONSIDERAZIONI GENERALI	119
GESTIONE CHIRURGICA	120
ANATOMIA	120
SONOANATOMIA E DESCRIZIONE DELLA TECNICA	124
PECS I o InterPectoral Plane (IPP) block	124
Indicazioni e dosaggi	124
Complicanze e controindicazioni	126
PECS II o PectoSerratus Plane (PSP) block	127
Indicazioni e dosaggi	127
Complicanze e controindicazioni	130
Blocco del piano del muscolo serrato anteriore o Serratus Anterior Plane (SAP) block	130
Indicazioni e dosaggi	130

Indicazioni nel dolore cronico	131
Complicanze e controindicazioni.....	131
Blocco parasternale	
o Parasternal Intercostal Plane (PIP) block.....	133
Indicazioni e dosaggi.....	133
Complicanze e controindicazioni.....	133
Blocco del piano dell'ereettore della colonna	
o Erector Spinae Plane (ESP) block.....	135
Indicazioni e dosaggi.....	135
Complicanze e controindicazioni.....	136
Blocco paravertebrale o ParaVertebral (PV) block.....	137
Indicazioni e dosaggi.....	137
Complicanze e controindicazioni.....	137
Serratus Posterior Superior Intercostal Plane (SPSIP) block....	137
Indicazioni e dosaggi.....	137
Complicanze e controindicazioni.....	138
QUALE BLOCCO PER QUALE INTERVENTO.....	138
Sedazione in chirurgia della mammella.....	138
• Casi clinici.....	140
Lettere consigliate.....	143

8. BLOCCHI DI FASCIA IN CARDIOCHIRURGIA

Giuseppe Sepolvere, Paolo Capuano,
Antonio Toscano, Loredana Cristiano

CONSIDERAZIONI GENERALI	145
ANATOMIA E SONOANATOMIA	145
QUALE BLOCCO PER QUALE INTERVENTO.....	148
Sternotomia e ministernotomia	148
Minitoracotomia.....	148
INDICAZIONI, DOSAGGI E VOLUMI	
DI ANESTETICO LOCALE E ADIUVANTI	149
BLOCCHI DI FASCIA DELLA PARETE TORACICA	
ANTERIORE E POSTERIORE	151
Blocchi della parete toracica anteriore	151
Parasternal block, Parasternal Intercostal Plane (PIP) block.....	151
Superficial Parasternal Intercostal Plane (SPIP) block.....	152
Deep Parasternal (DPIP) block	
o Transversus Thoracic Plane Block (TTPB).....	153
Rectus Sheath (RS) block.....	155
InterPectoral Plane (IPP) block o PECS I	
e PectoSerratus Plane (PSP) block o PECS II	155
Serratus Anterior Plane (SAP) block.....	157
Blocchi della parete toracica posteriore	159
Erector Spinae Plane (ESP) block.....	159
COMPLICANZE E CONTROINDICAZIONI	
DEI BLOCCHI DI FASCIA IN CARDIOCHIRURGIA	159
Mancato blocco nervoso	160
Puntura o iniezione accidentale arteriosa o venosa	160
Pneumotorace.....	160
Controindicazioni	160
CONCLUSIONI E DIREZIONI FUTURE.....	160
• Casi clinici.....	162
Bibliografia	166

9. BLOCCHI DI FASCIA NELLA CHIRURGIA TORACICA

Paolo Scimia, Alessandro De Cassai,
Domenico Pietro Santonastaso, Luca Gentili

CONSIDERAZIONI GENERALI	169
INDICAZIONI	170
Toracotomia	171
VATS	171
Shoulder pain omolaterale	171
Trauma toracico, fratture costali	171
ANATOMIA E SONOANATOMIA	171
DESCRIZIONE DELLE TECNICHE.....	172
Blocco paravertebrale toracico.....	172
Blocco dei nervi pettorali.....	173
Blocco parasternale	174
Serratus Anterior Plane (SAP) block.....	175
Serratus Posterior Superior Intercostal Plane (SPSIP) block	175
Erector Spinae Plane (ESP) block.....	176
QUALE BLOCCO PER QUALE INTERVENTO.....	177
• Casi clinici.....	178
Lettere consigliate.....	180

10. BLOCCHI DI FASCIA NELLA CHIRURGIA ADDOMINALE LAPAROSCOPICA E OPEN

Mario Tedesco, Danilo Canzio,
Fabio Gori, Raffaele Perna, Serena di Tuoro

CONSIDERAZIONI GENERALI	181
ANATOMIA DELLA PARETE ADDOMINALE	182
TECNICHE DI ANESTESIA LOCOREGIONALE	184
TEA.....	184
RS block (Rectus Sheath).....	185
TAP block	185
ESP block	188
QL block.....	188
Approccio laterale (QL1).....	188
Approccio posteriore (QL2)	189
Approccio anteriore (QL3)	189
Approccio intramuscolare (QL4)	189
FARMACI.....	192
DISCUSSIONE.....	192
COMPLICANZE.....	195
CONCLUSIONI	195
• Casi clinici.....	196
Bibliografia	202

11. BLOCCHI DI FASCIA NELLA CHIRURGIA DEL COLLO E DELLA CLAVICOLA

Fabio Costa, Giuseppe Pascarella, Francesca Gargano,
Luigi Maria Remore, Veronica Bugionovi

CONSIDERAZIONI GENERALI	205
ANATOMIA E SONOANATOMIA	206
Fasce	206
Innervazione del collo	207

Plesso cervicale	207
Nervo grande occipitale o nervo di Arnold	207
Terzo nervo occipitale	207
Innervazione della clavicola	207
Nervo frenico	209
Nervo vago	209
QUALE BLOCCO PER QUALE INTERVENTO	210
DESCRIZIONE DELLE TECNICHE	210
Blocchi del plesso cervicale	210
Blocco del plesso cervicale superficiale	210
Blocco del plesso cervicale intermedio	213
Blocco pericarotideo (Carotid Sheath block)	214
Blocco del plesso cervicale profondo	214
ESP block cervicale	214
Blocchi paraspinali cervicali	216
CIP block	216
MCP block	216
ISP block/CCeP block	216
GON block	216
Blocco della fascia clavipettorale e possibili alternative per la chirurgia della clavicola	218
Blocco dei nervi sopraclavicolari	218
INDICAZIONI, DOSAGGI E VOLUMI DI ANESTETICO LOCALE E ADIUVANTI	219
CONTROINDICAZIONI E COMPLICANZE	221
• Casi clinici	225
Bibliografia	228

12. BLOCCHI DI FASCIA NELLA CHIRURGIA GINECOLOGICA E UROLOGICA

Vito Torrano, Francesco Baccoli, Elisa Laudano

CONSIDERAZIONI GENERALI	229
ANATOMIA	231
Innervazione somatica	231
Innervazione viscerale	234
BLOCCO DEL PIANO TRASVERSO DELL'ADDOME	234
BLOCCO DELLA GUAINA DEL MUSCOLO RETTO DELL'ADDOME	236
BLOCCO DEL QUADRATO DEI LOMBI	236
BLOCCO DELL'ERETTORE DELLA SPINA	237
BLOCCO PARAVERTEBRALE	237
MIDPOINT TRANSVERSE PROCESS TO PLEURA BLOCK ...	238
CHIRURGIA UROLOGICA	238
Nefrectomia	238
Pieloplastica	239
Cistectomia	240
Prostatectomia	240
Nefrolitotomia percutanea	240
CHIRURGIA GINECOLOGICA	240
TECNICHE IN CONTINUO	241
CONCLUSIONI	242
• Casi clinici	243
Lettere consigliate	244

13. BLOCCHI DI FASCIA NEL BAMBINO

Giuseppe Paladini, Paolo Rufini,
Paola Serio, Zaccaria Ricci

CONSIDERAZIONI GENERALI	245
TRANSVERSUS ABDOMINIS PLANE (TAP) BLOCK	246
Anatomia e sonoanatomia	246
Target del blocco	247
Descrizione della tecnica	247
Indicazioni	249
Complicanze e controindicazioni	249
QUADRATUS LUMBORUM (QL) BLOCK E TRANSVERSALIS FASCIA PLANE (TFP) BLOCK	249
Anatomia e sonoanatomia	249
Target del blocco	250
Descrizione della tecnica	250
Indicazioni	250
Complicanze e controindicazioni	250
BLOCCO DEI NERVI ILEOINGUINALE E ILEOIOGASTRICO	250
Anatomia e sonoanatomia	250
Target del blocco	250
Descrizione della tecnica	251
Indicazioni	252
Complicanze e controindicazioni	253
BLOCCO DELLA FASCIA DEI RETTI	253
Anatomia e sonoanatomia	253
Target del blocco	253
Descrizione della tecnica	253
Indicazioni	253
Complicanze e controindicazioni	253
ERECTOR SPINAE PLANE (ESP) BLOCK	254
Anatomia e sonoanatomia	254
Target del blocco	254
Descrizione della tecnica	255
Indicazioni	256
Complicanze e controindicazioni	256
SACRAL MULTIFIDUS PLANE BLOCK (SMPB)	257
Anatomia e sonoanatomia	257
Target del blocco	257
Descrizione della tecnica	257
Indicazioni	257
Complicanze	257
• Casi clinici	260
Bibliografia	262

14. BLOCCHI DI FASCIA DELL'ARTO INFERIORE

Fabio Costa, Giuseppe Pascarella, Francesca Gargano,
Alessandro Strumia, Lucio Paglione

CONSIDERAZIONI GENERALI	263
ANATOMIA E SONOANATOMIA	264
Anatomia dell'anca	264
Anatomia del ginocchio	266
QUALE BLOCCO PER QUALE INTERVENTO	268

DESCRIZIONE DELLE TECNICHE.....	268	Struttura chimica.....	295
Blocchi di fascia per la chirurgia dell'anca.....	268	Farmacodinamica.....	295
Blocchi della fascia iliaca.....	268	Farmacocinetica.....	295
PENG (PEricapsular Nerve Group) block.....	272	Posologia.....	295
Blocchi di fascia per la chirurgia del ginocchio.....	275	TARGET CONTROLLED INFUSION (TCI).....	295
Triangolo femorale e canale degli adduttori.....	275	Come condurre una sedazione in TCI.....	296
iPACK block.....	277	Sedazione con propofol.....	296
INDICAZIONI, DOSAGGI E VOLUMI		Sedazione con Dexdor®.....	296
DI ANESTETICO LOCALE E ADIUVANTI.....	279	Anestesia TIVA.....	296
CONTROINDICAZIONI E COMPLICANZE.....	280	SCALE DI VALUTAZIONE CLINICA	
• Casi clinici.....	284	DELL'ANALGO-SEDAZIONE.....	296
Bibliografia.....	286	Scala RASS.....	297
15. ANALGO-SEDAZIONE		Scala Ramsay.....	297
IN ANESTESIA LOCOREGIONALE		Scala SAS.....	297
<i>Cristiano D'Errico, Teresa Pasqualina Iovino,</i>		SISTEMA BISPECTRAL INDEX (BIS).....	298
<i>Dario Paolo Anceschi</i>		Limiti e interazioni.....	299
CONSIDERAZIONI GENERALI.....	287	SISTEMA ANALGESIA NOCICEPTION INDEX (ANI).....	299
PRINCIPI DI FARMACOCINETICA.....	287	Interpretazione dei parametri.....	299
Somministrazione e distribuzione.....	287	Categorie di pazienti.....	301
Metabolismo.....	289	Limiti e interazioni.....	301
Eliminazione.....	289	SISTEMA NOCICEPTION LEVEL INDEX (NOL).....	301
Farmacodinamica.....	290	Monitoraggio.....	301
Propofol.....	291	Interpretazione dei parametri.....	301
Struttura chimica.....	291	NOL in anestesia locoregionale e opioid-sparing.....	302
Formulazione.....	291	Limiti e interazioni.....	302
Farmacodinamica.....	291	• Casi clinici.....	303
Farmacocinetica.....	291	Lettere consigliate.....	305
Posologia.....	291		
Effetti sistemici.....	291	16. BLOCCHI DI FASCIA NEL DOLORE CRONICO	
Controindicazioni.....	292	<i>Pierfrancesco Fusco, Walter Ciaschi, Chiara Maggiani,</i>	
Ketamina.....	292	<i>Gian Marco Petroni, Francesca De Sanctis</i>	
Struttura chimica.....	292	CONSIDERAZIONI GENERALI.....	307
Farmacodinamica.....	292	RUOLO DELLA FASCIA NEL DOLORE CRONICO.....	308
Farmacocinetica.....	292	BLOCCHI DI FASCIA.....	310
Posologia.....	292	Descrizione della tecnica.....	312
Effetti sistemici.....	292	Altri blocchi di fascia.....	317
Controindicazioni.....	293	TAP block nel dolore cronico.....	317
Dexmedetomidina.....	293	PIP block nel dolore cronico.....	319
Struttura chimica.....	293	INDICAZIONI E DOSAGGI	
Farmacodinamica.....	293	DI ANESTETICI LOCALI E ADIUVANTI.....	322
Farmacocinetica.....	293	COMPLICANZE E CONTROINDICAZIONI.....	324
Posologia.....	293	Lettere consigliate.....	329
Effetti sistemici.....	293		
Controindicazioni.....	294	17. ANESTESIA LOCOREGIONALE	
Midazolam.....	294	ED EMODINAMICA	
Struttura chimica.....	294	<i>Luigi Tritapepe</i>	
Farmacodinamica.....	294	CONSIDERAZIONI GENERALI.....	331
Farmacocinetica.....	294	Effetti cardiaci.....	331
Posologia.....	294	Effetti sulla vascolarizzazione periferica.....	332
Effetti sistemici.....	294	Effetti cardiovascolari comparativi degli anestetici locali.....	333
Controindicazioni.....	294	Effetti indiretti degli anestetici locali.....	333
Flumazenil, l'antagonista delle benzodiazepine.....	295	Anestesia epidurale.....	333
		Anestesia spinale.....	334

ACCENNI DI FISIOLOGIA CARDIOCIRCOLATORIA.....	334
Ritorno venoso	335
Determinanti del ritorno venoso	335
Alterazioni della curva di ritorno venoso	337
EFFETTI CARDIOVASCOLARI	
DELL'ANESTESIA REGIONALE	337
Anestesia epidurale toracica.....	337
Anestesia epidurale lombare	338
Anestesia spinale	338
Blocchi toracici (paravertebrali e intercostali)	339
Anestesia regionale degli arti superiori e malattie cardiache ...	339
Blocco del plesso cervicale.....	339
Blocco del plesso brachiale	339
Anestesia regionale degli arti inferiori e malattie cardiache....	339
Blocchi di fascia.....	340
ANESTESIA LOCOREGIONALE PER INTERVENTO NON CARDIACO NEL PAZIENTE CARDIOPATICO	340
Paziente con ipertensione/ipertrofia ventricolare sinistra	340
Paziente con cardiopatia ischemica	340
Malattia valvolare da rigurgito	341
Malattia valvolare stenotica	341
Paziente adulto con cardiopatia congenita	341
MONITORAGGIO EMODINAMICO	342
Razionale	343
Ipotensione	343
DISPOSITIVI DI MONITORAGGIO	345
Misurazione non invasiva della pressione arteriosa e della frequenza cardiaca	345
Cateteri intravascolari	346
Analisi del contorno del polso.....	347
Doppler esofageo	348
Sistemi totalmente non invasivi	349
Cardiografia a bioimpedenza e a bioreattanza	350
Ultrasuoni	350
Approcci terapeutici all'instabilità emodinamica intraoperatoria	351
Goal Directed Therapy	352
CONCLUSIONI	352
Lettere consigliate.....	353

18. ERAS® E BLOCCHI DI FASCIA

Gabriele Baldini

CONSIDERAZIONI GENERALI	355
ANESTESIA LOCOREGIONALE COME ELEMENTO DEI PROGRAMMI ERAS®	355
Risposta allo stress chirurgico e anestesia locoregionale.....	356
I blocchi di fascia nei programmi ERAS®	356

Prolungamento dell'efficacia analgesica dei blocchi di fascia: quali vantaggi nel contesto dei programmi ERAS®?.....	359
Il futuro dei blocchi di fascia nei programmi ERAS®	359
CONCLUSIONI	359
Bibliografia	360

19. ANESTESIA LOCOREGIONALE E PROGRESSIONE ONCOLOGICA

Jessica Bastreggi, Simona Narcisi, Franco Valenza

CONSIDERAZIONI GENERALI	361
IL PROCESSO METASTATICO	362
Risposta allo stress chirurgico e immunosoppressione	363
Neutrofili perioperatori nelle metastasi	363
Infiammazione	364
Angiogenesi	364
RUOLO DELL'ANESTESIA E OUTCOME ONCOLOGICO.....	364
Come le routine di anestesia e analgesia potrebbero modificare i fattori perioperatori e promuovere potenzialmente le metastasi	365
Anestesia totale intravenosa con propofol vs anestesia con agenti volatili	366
Opioidi	368
Anestetici generali e altri farmaci	368
Anestesia locoregionale nel paziente oncologico.....	371
Uno sguardo agli anestetici locali	372
ANESTESIA LOCOREGIONALE E PROGRESSIONE ONCOLOGICA NEI TUMORI SOLIDI	373
CONCLUSIONI	375
Lettere consigliate.....	376

20. BLOCCHI DI FASCIA E BLOCCHI NEURASSIALI: DUE MONDI SEMPRE PIÙ VICINI?

Francesco Marrone, Carmine Pullano, Roberto Starnari

BLOCCHI NEURASSIALI	
Roberto Starnari	377
"FUSION ANESTHESIA 2025": LA MULTIMODALITÀ IN ANESTESIA LOCOREGIONALE	
Carmine Pullano, Francesco Marrone	380
Applicazioni di fusion anesthesia.....	382
BLOCCO DEL MUSCOLO ERETTORE DELLA SPINA SACRALE	
Francesco Marrone	384
Anatomia e fisiologia	384
Indicazioni descritte in letteratura per il Sacral ESP block.....	386
Lettere consigliate.....	394

Principi di anatomia delle fasce muscolari e applicazioni dei blocchi di fascia in anestesia locoregionale

Carla Stecco

CONSIDERAZIONI GENERALI

Lo scopo di questo capitolo è presentare l'anatomia del tronco non come elenco di elementi distinti, ma considerando il ruolo delle fasce nel connettere i diversi muscoli, vasi e nervi. In particolare, nel tronco possiamo riconoscere tre piani miofasciali (superficiale, intermedio e profondo) (Fig. 1.1) e una fascia superficiale, che si organizzano nel tronco in strati concentrici (Stecco, 2015). Tra un piano e l'altro è presente del tessuto connettivo lasso (Fig. 1.2) che garantisce autonomia di scorrimento, e quindi di azione, a ciascun gruppo muscolare. Inoltre,

questi strati di connettivo lasso sono sfruttati dai nervi per distribuirsi nelle varie parti del corpo, diventando quindi uno dei target dell'anestesia locoregionale. L'organizzazione anatomica di questi piani miofasciali determina infatti lo spazio di diffusione degli anestetici, quindi è uno degli elementi chiave per capire la quantità di anestetico da iniettare e le modalità di distribuzione dello stesso.

Un paragrafo a parte sarà dedicato all'innervazione della fascia, poiché i blocchi di parete possono avere anche l'effetto di interrompere l'afferenza dolorifica originata proprio dalla fascia profonda.

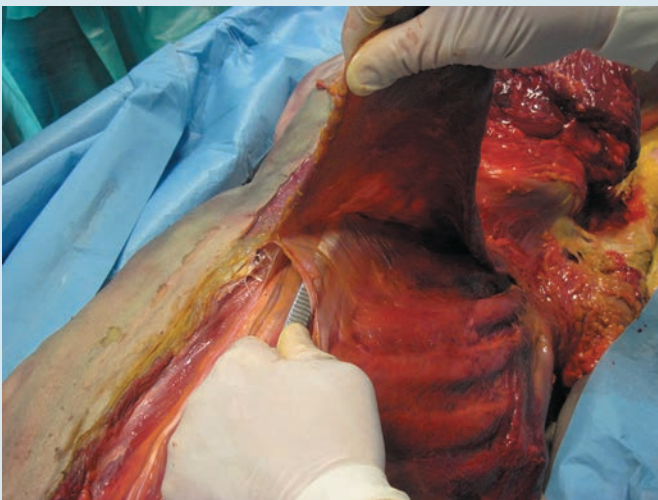


Figura 1.1 Dissezione del dorso. Si notino i tre piani miofasciali. La mano solleva il muscolo gran dorsale, mentre la pinza solleva la fascia del dentato postero-inferiore per evidenziare la loggia degli *erector spinae*. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore*. Milano: Edra; 2019).

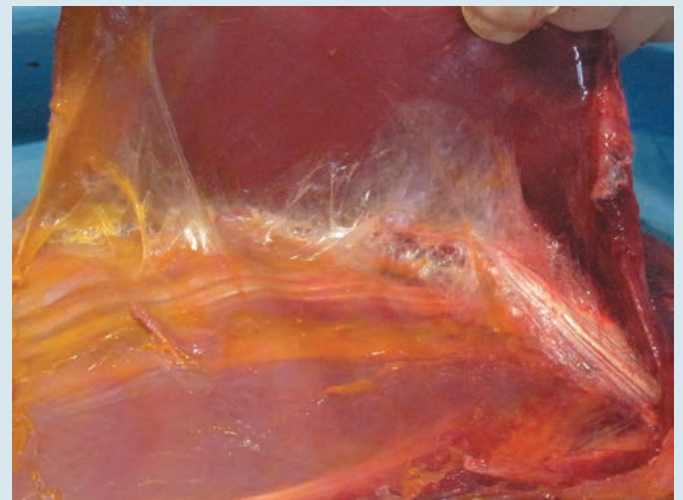


Figura 1.2 Tessuto connettivale lasso tra piani miofasciali. Nel vivente questo tessuto è altamente idratato e garantisce l'autonomia di azione tra i piani miofasciali adiacenti. I nervi sfruttano questi spazi per portarsi dall'uscita dal canale vertebrale al territorio finale di innervazione. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore*, op. cit.).

FASCIA SUPERFICIALE

Nel torace e nell'addome la fascia superficiale è sempre ben riconoscibile, ma diventa molto spessa ed evidente soprattutto nella parte distale dell'addome, tanto da assumere un nome specifico: fascia di Scarpa. La fascia superficiale consiste in uno strato fibroelastico continuo che divide l'ipoderma in due strati: il SAT (Superficial Adipose Tissue, tessuto adiposo superficiale) e il DAT (Deep Adipose Tissue, tessuto adiposo profondo). Si può considerare la fascia superficiale come l'evoluzione del *panniculus carnosus* presente nei mammiferi, che normalmente permette il movimento vibratorio della cute. Nell'uomo, il pannicolo carnosus si è specializzato, formando i muscoli mimici, il muscolo platisma, il muscolo dartos e il muscolo sfintere superficiale dell'ano, mentre nelle altre parti del corpo è rimasta solo la componente fibrosa. Tuttavia, è abbastanza comune trovare all'interno della fascia superficiale dell'uomo alcune fibre muscolari striate sparse all'interno del tessuto fibroso. Inoltre, la fascia superficiale si sdoppia per avvolgere i vasi superficiali e i nervi cutanei. In particolare, Caggiati (1999) ha evidenziato come la fascia superficiale rappresenti un ottimo supporto per la parete delle vene safene, sostenendo dall'esterno l'avventizia tramite numerosi setti fibrosi che agirebbero come i raggi di una bicicletta. La fascia superficiale, inoltre, sostiene e organizza i vasi linfatici presenti nell'ipoderma (Albertin et al., 2023) e fornisce un "binario" ai nervi cutanei, proteggendoli dai traumi dovuti a eccessivo stiramento.

La fascia superficiale è collegata tramite setti fibrosi sia al derma (*retinacula cutis superficialis* o skin ligaments) sia alla fascia profonda (*retinacula cutis profundis*), e le caratteristiche di questi setti determinano sia la motilità della cute rispetto ai piani profondi sia l'organizzazione dei lobuli adiposi del sottocute. Di solito questi setti sono spessi e quasi perpendicolari nel SAT, ancorando saldamente la fascia superficiale alla cute e creando compartimenti ben definiti per i lobuli adiposi, mentre nel DAT i setti sono generalmente più obliqui e sottili, garantendo una buona autonomia della fascia superficiale rispetto a quella profonda. Nel tronco la fascia superficiale aderisce a quella profonda solo lungo lo sterno, la linea alba, tutta la colonna vertebrale, la spina della scapola e la clavicola, a livello della sesta costa e sopra il legamento inguinale. Queste aderenze permettono di dividere il sottocute in compartimenti che potrebbero giocare un ruolo nel drenaggio linfatico e nel ritorno venoso superficiale.

FASCIA PROFONDA

Le fasce muscolari possono essere distinte in fasce di tipo epimisiale e di tipo aponeurotico, in base alle loro caratteristiche macroscopiche e microscopiche. In particolare, le fasce epimisiali sono sottili (nell'ordine di 100-200 μm) e fortemente aderenti al muscolo, mentre le fasce aponeurotiche sono spesse (circa 1 mm) e connesse ai muscoli sottostanti solo in pochi e specifici punti. Nel tronco si possono riconoscere solo tre fasce profonde con caratteristiche aponeurotiche: la fascia toracolombare (Fig. 1.3), la guaina dei retti e la fascia infraspinata, mentre tutte le rimanenti sono di tipo epimisiale. L'organizzazione della fascia profonda, nel tronco, è più complessa rispetto a quella degli arti; infatti, negli arti vi è una sola fascia aponeurotica che avvolge tutti i muscoli e li divide in compartimenti, mentre nel tronco esistono tre piani muscolari delimitati da tre strati fasciali differenti. Tra ciascun piano miofasciale è presente del tessuto connettivo lasso, che garantisce l'autonomia dei vari piani muscolari. In alcuni punti, questi piani miofascia-



Figura 1.3 Dissezione della regione lombare. Il foglietto posteriore della fascia toracolombare (FTL) è stato sollevato per evidenziare i muscoli *erector spinae* e i rami dorsali dei nervi spinali. Il foglietto posteriore della FTL si inserisce ai processi spinosi e delimita, insieme al foglietto anteriore che si inserisce ai processi trasversi, il compartimento degli *erector spinae*. I due foglietti, lateralmente, si fondono nel rafe laterale, che rappresenta anche la linea di fusione posteriore delle fasce dei muscoli larghi dell'addome, in maniera simmetrica rispetto a quanto si evidenzia anteriormente ai lati del muscolo retto. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore*, op. cit.).

Tabella 1.1 Piani miofasciali del tronco

	Muscoli	Fasce
Piano miofasciale superficiale	Grande pettorale Trapezio e gran dorsale Deltoide Grande gluteo Obliquo esterno	Fascia pettorale Fascia toracolumbare Fascia deltoidea Fascia del grande gluteo Fascia di Rizk
Piano miofasciale intermedio	Succlavio e piccolo pettorale Dentati anteriore e posteriori Romboidi, sottospinato, sovraspinato, piccolo rotondo, elevatore della scapola Obliquo interno	Fascia clavicoracoascellare Fascia interdentata Fascia dei romboidi Fascia sotto e sovraspinata Fascia dell'obliquo interno
Piano miofasciale profondo	Muscoli intercostali Trasverso dell'addome	Fascia degli intercostali e periostio Fascia del muscolo trasverso



Figura 1.4 Dissezione della regione anteriore del torace e della spalla. Si noti come la fascia che avvolge il gran pettorale sia la stessa che avvolge anche il deltoide e come entrambe si continuino nella fascia brachiale. Questo piano miofasciale forma anche il pavimento del cavo ascellare e, posteriormente, si continua con la fascia del gran dorsale e del trapezio. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore*, op. cit.).

li si fondono, creando linee specifiche in cui convergono tutte le forze muscolari. In particolare, le linee più importanti di fusione sono la linea alba a livello dell'addome e il rafe laterale a fianco degli *erector spinae*. Quindi, non ha senso studiare in maniera separata le fasce e i muscoli del tronco, ma è meglio parlare di piani miofasciali (Tab. 1.1). Questa particolare organizzazione miofasciale è dovuta allo sviluppo embriologico dei muscoli del tronco. Specificamente, i muscoli del piano più superficiale del tronco hanno origine dai somiti degli arti e si sviluppano progressivamente nel tronco fino a raggiungere la linea mediana (Sato et al., 1984), guidati dalla lamina fasciale più superficiale del tronco, entro cui penetra la componente muscolare. Ne deriva, quindi, un piano miofasciale caratterizzato da larghi muscoli strettamente connessi alla fascia di rivestimento; dove i singoli muscoli si interrompono, si può comunque riconoscere la fascia muscolare che fa da ponte, mantenendo una continuità anatomica.

Primo piano miofasciale del tronco

Il primo piano miofasciale è formato dai larghi muscoli piatti che collegano il tronco agli arti, come il trapezio, il grande pettorale, il gran dorsale, il grande gluteo e l'obliquo esterno, connessi da una fascia sottile strettamente aderente ai vari muscoli. Questa fascia profonda origina nel collo, avvolgendo lo sternocleidomastoideo e il trapezio, passa sopra la clavicola, aderendovi in parte, e poi si divide in due strati per includere il muscolo grande pettorale. Posteriormente, questa fascia si continua con la fascia deltoidea e con la fascia ascellare (Fig. 1.4.), dando anche un'espansione fibrosa nella porzione anteriore della fascia brachiale.



Figura 1.5 Piani miofasciali a livello del torace e del cavo ascellare. Si noti la fascia del grande pettorale che si continua con la fascia del gran dorsale, mentre in profondità la fascia del grande dentato forma un secondo piano miofasciale. Questo spazio è solitamente molto ampio e riempito di tessuto adiposo. A questo livello si trovano i nervi toracico lungo e toracodorsale. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore*, op. cit.).

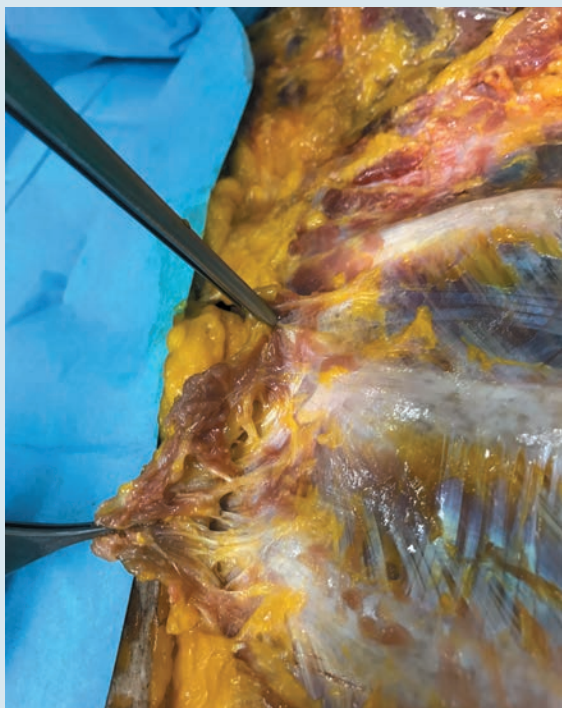


Figura 1.6 Dissezione della regione parasternale. Il grande pettorale è stato asportato e le sue inserzioni sternali sono state sollevate con le pinze per mostrare i rami cutanei anteriori dei nervi intercostali. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore*, op. cit.).

Sopra il dentato anteriore, i due strati della fascia pettorale aderiscono per formare un'unica lamina fasciale, che alcuni Autori chiamano fascia toracica anterolaterale (Sebastien et al., 1993). Posteriormente, questo singolo strato si divide nuovamente per avvolgere il muscolo gran dorsale (Fig. 1.5). Medialmente, la fascia aderisce in parte allo sterno, diventandone il periostio, e in parte lo supera per continuarsi con la fascia pettorale controlaterale (Fig. 1.6). A livello addominale, questa fascia copre il muscolo obliquo esterno, corrispondendo alla fascia descritta da Rizk (1980), e collabora alla formazione della guaina dei retti. Lungo la linea alba, numerose fibre superano la linea mediana per continuarsi con la fascia del lato opposto. In questo modo si viene a costituire una continuità anatomica e funzionale tra i muscoli della parete addominale anteriore, mentre la guaina del retto ha il ruolo di armonizzare l'azione di tutti questi muscoli. Posteriormente, la fascia del muscolo obliquo esterno partecipa alla formazione del foglietto superficiale della fascia toracolombare. Distalmente, la fascia del muscolo obliquo esterno si ispessisce per formare il legamento inguinale e il legamento lacunare, mentre le fibre più superficiali si continuano con la fascia lata.

Secondo piano miofasciale del tronco

Il secondo piano miofasciale è rappresentato nel torace dalla fascia clavicoracopettorale, che avvolge e connette i muscoli succlavio, piccolo pettorale e dentato anteriore. Esiste un ampio piano di clivaggio tra il muscolo grande pettorale e questa fascia grazie alla presenza di tessuto connettivo lasso, dove possiamo trovare anche i due nervi pectorali (Fig. 1.7). Posteriormente la fascia clavicoracopettorale si continua con la fascia dei romboidi e dell'elevatore della scapola, formando il "serrato-rhomboid complex", descritto da Nguyen nel 1989 per enfatizzare la continuità tra il muscolo dentato anteriore e i romboidi. Lateralmente, questa fascia forma il legamento sospensoire dell'ascella e poi si continua con la fascia del muscolo coracobrachiale (Singer, 1935). A livello ascellare, tra questo piano miofasciale e il superficiale si viene a creare un ampio spazio anatomico riempito di tessuto adiposo, dove troviamo i nervi toracico lungo e toracodorsale (Fig. 1.8). Il primo si distribuisce al dentato anteriore, il secondo al grande dorsale e al grande rotondo. Distalmente, la fascia clavicoracopettorale si continua con la fascia del muscolo obliquo interno. La fascia del muscolo obliquo interno è uno strato fibroso molto sottile, che avvolge il muscolo da ambo i lati ed è separato dalla fascia dell'obliquo esterno e dalla fascia del trasverso da un sottile strato di tessuto connettivo lasso (Fig. 1.9 e 1.10). Questo strato lasso scompare sopra il muscolo

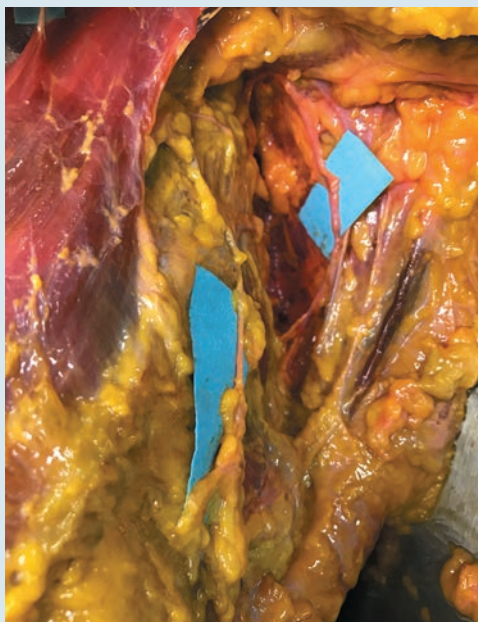


Figura 1.7 Dissezione della parete toracica. Il grande pettorale è sollevato per evidenziare il muscolo piccolo pettorale e il nervo pettorale mediale. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore, op. cit.*).

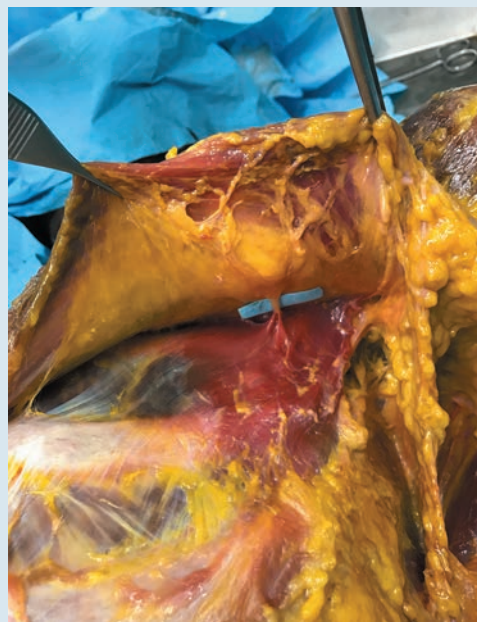


Figura 1.8 Dissezione del cavo ascellare per evidenziare i nervi toracico lungo e toracodorsale. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore, op. cit.*).



Figura 1.9 Dissezione dell'addome. Il muscolo obliquo esterno è stato sezionato lateralmente e sollevato verso la linea mediana, sfruttando il piano di scorrimento che esiste tra questo muscolo e l'obliquo interno. Entrambi questi muscoli sono avvolti dalla propria fascia epimisiale e tra i due c'è un sottile strato di tessuto connettivo lasso. A livello della guaina dei retti, le aponeurosi degli obliqui interno ed esterno si fondono. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore, op. cit.*).

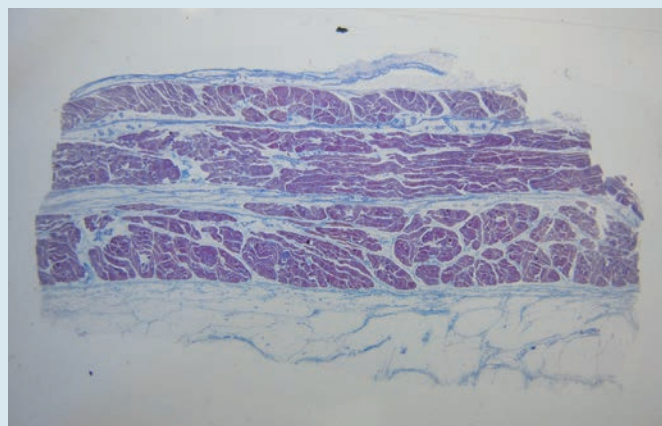


Figura 1.10 Analisi microscopica della parete dell'addome. La colorazione di Azan-Mallory evidenzia in rosso i muscoli e in blu i tessuti connettivi. Partendo dall'alto, si notino il tessuto adiposo sottocutaneo, il muscolo obliquo esterno, il muscolo obliquo interno e il muscolo trasverso. Ogni muscolo è avvolto da entrambi i lati dalla propria fascia epimisiale. Si notino i nervi sottocostali a livello del piano addominale trasverso (TAP) e la fascia trasversale. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore, op. cit.*).

retto, permettendo la formazione della guaina dei retti. La fascia del muscolo obliquo interno partecipa alla formazione del legamento inguinale, mentre posteriormente si continua con il foglietto anteriore della fascia toracolombare.

Terzo piano miofasciale del tronco

Il terzo piano miofasciale è formato nel torace dalla fascia intercostale, che avvolge i muscoli intercostali e che, sopra le costole, continua come periostio. Dal lato interno, questa fascia aderisce alla pleura parietale per formare la fascia endotoracica. Questa adesione permette alla pleura parietale di seguire i movimenti della cassa toracica, garantendo l'espansione dei polmoni. Al contrario, nell'addome esiste una separazione netta tra il peritoneo parietale e le fasce muscolari, per evitare che la contrazione dei muscoli addominali possa interferire con i movimenti peristaltici dell'intestino. La fascia endotoracica divide lo spazio paravertebrale in due compartimenti: lo spazio extrapleurico, contenente i gangli simpatici, e lo spazio subendotoracico, contenente i nervi spinali con i loro gangli (Karmakar et al., 2000). Il piano extrapleurico è ampiamente utilizzato come piano di clivaggio durante gli interventi di chirurgia toracica. La fascia endotoracica si continua nella fascia diaframmatica e, a livello dello iato esofageo, si congiunge con la fascia trasversale formando il legamento frenico-esofageo (Apaydin et al., 2008).

A livello addominale, questo piano miofasciale è rappresentato dal muscolo trasverso dell'addome, che è il più interno dei muscoli piatti dell'addome. È avvolto da una fascia epimisiale e separato dal muscolo obliquo interno da uno strato di tessuto connettivo lasso (TAP: Transversus Abdominis Plane, piano addominale trasverso) al cui interno scorrono i nervi che si distribuiscono alla parete anteriore dell'addome (Fig. 1.11). Medialmente, per tutta la sua estensione, l'aponeurosi del trasverso supera la linea mediana, continuandosi con quella controlaterale e formando un muscolo digastrico tra i due lati. Posteriormente, la fascia del muscolo trasverso collabora con quella dell'obliquo interno per formare il foglietto anteriore della fascia toracolombare, che costituirà, insieme ai processi trasversi su cui si inserisce, la parete anteriore della loggia degli *erector spinae*.

Internamente, la fascia del muscolo trasverso è in rapporto con la fascia trasversale (o preperitoneale). Questa fascia è evidente soprattutto nella parte distale dell'addome (Fig. 1.12), dove si ispessisce e si continua con la fascia pelvica parietale, con la fascia

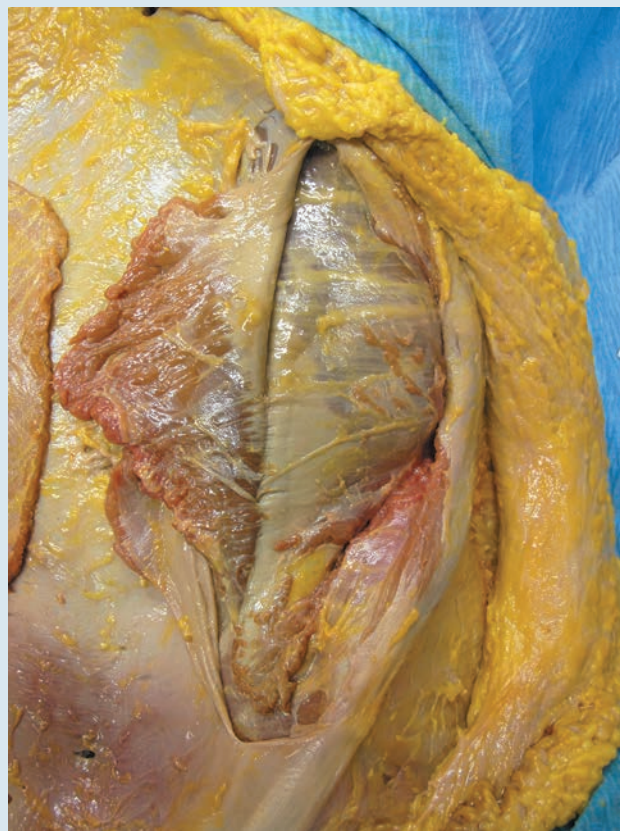


Figura 1.11 Dissezione della parete anteriore dell'addome. Il muscolo obliquo interno è stato sollevato per mostrare il muscolo trasverso e i nervi sottocostali che decorrono nel piano addominale trasverso (TAP). (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore, op. cit.*).



Figura 1.12 Dissezione della regione anteriore dell'addome. Il muscolo retto è stato sollevato per evidenziare la linea di Douglas e la fascia trasversale che copre i vasi epigastrici inferiori. (Da: Fusco F, Blanco R, Tran De Q, Marinangeli F. *Anestesia locoregionale e terapia del dolore, op. cit.*).

vescico-ombelicale e con lo strato più interno del cordone spermatico (fascia spermatica interna), mentre nel resto dell'addome aderisce al lato interno del muscolo trasverso dell'addome, diventando riconoscibile solo tramite esame microscopico. Cranialmente si continua con la fascia diaframmatica. Posteriormente, questa fascia si stacca dalla parete interna del muscolo trasverso dell'addome per rivestire i muscoli ileopsoas e quadrato dei lombi. Si viene quindi a creare uno spazio triangolare ai lati del muscolo quadrato dei lombi al cui interno possiamo trovare i nervi sottocostale, ileoipogastrico e ileoinguinale. Questo spazio è il target ideale per il TFP (Transversalis Fascia Plane) block, permettendo una compartimentalizzazione dell'anestetico in uno spazio limitato interno al nervo.

Nei pazienti con cicatrici a livello addominale, questa organizzazione può essere alterata e si vengono a creare delle aderenze fibrose tra i vari piani miofasciali. In particolare, durante le dissezioni, è sempre possibile evidenziare un'alterazione di questi piani miofasciali al di sotto della cicatrice, anche se a livello cutaneo la cicatrice apparentemente è bella e senza retrazioni. Recentemente, Pirri et al. (2021) hanno dimostrato un ispessimento della guaina dei retti a livello del taglio cesareo, anche nelle donne asintomatiche. Queste evidenze suggeriscono che, nei pazienti che hanno subito chirurgie o traumi, i piani fasciali possano essere alterati, e ciò potrebbe modificare la diffusione dell'anestetico locale durante i blocchi di fascia.

FASCE VISCERALI

"Fascia viscerale" è un termine generico utilizzato per descrivere tutti i tessuti connettivi che si trovano immediatamente all'esterno del mesotelio delle sierose, insieme a quelli che circondano immediatamente i visceri e tutti i legamenti che supportano e mantengono in posizione i vari organi. In particolare, il peritoneo è formato da due componenti, il mesotelio e il connettivo di supporto. Lo strato che riveste l'intestino forma il peritoneo viscerale, quello che copre la parete forma il peritoneo parietale. Il processo di chiusura dell'intestino primitivo porta all'unione dei due foglietti peritoneali per formare il mesentere e i vari legamenti dell'addome.

Esistono, quindi, diversi tipi di fasce viscerali, ma in generale si possono distinguere due grandi categorie: le fasce di inserzione e le fasce di contenzione. Con il primo termine si intendono tutte quelle fasce che creano i vari compartimenti viscerali e che connettono

gli organi con l'apparato muscolo-scheletrico, come il peritoneo e la pleura parietale, il legamento falciforme e i legamenti sternopericardici. Con il termine "fasce di contenzione" si intendono tutte le capsule degli organi, le avventizie, il peritoneo e la pleura viscerali. Sebbene le fasce viscerali costituiscano uno strato ben definito di tessuto connettivo, lo spessore, la percentuale di fibre elastiche e l'innervazione variano tra i diversi visceri (Stecco et al., 2017). In particolare, la pleura viscerale e la capsula epatica hanno uno spessore medio di 100-150 μm , mentre lo spessore del pericardio, della fascia di Gerota del rene e del peritoneo parietale va da 800 a 1000 μm . Il maggior numero di fibre elastiche (9,79%) è stato trovato nell'avventizia dell'esofago. Anche gli strati connettivi immediatamente esterni al mesotelio delle pleure e del peritoneo presentano numerose fibre elastiche (rispettivamente, il 4,98% e il 4,52%), mentre il pericardio e la fascia di Gerota ne presentano poche (0,27% e 1,38%). Nelle pleure, nel peritoneo e nell'avventizia dell'esofago, le fibre elastiche formano uno strato ben definito, corrispondente alla lamina elastica, mentre negli altri casi sono più sottili e sparse nel tessuto connettivo.

INNERVAZIONE DELLA FASCIA

Ricerche recenti hanno dimostrato che le fasce sono riccamente innervate, ma con caratteristiche diverse a seconda del tipo (Suarez-Rodriguez et al., 2022). In particolare, la fascia superficiale è la più densamente innervata, poiché ha terminazioni nervose libere di tipo sia sensitivo sia autonomico, oltre che recettori corpuscolati come quelli di Pacini e Ruffini. Questi elementi nervosi sono strettamente connessi alle fibre collagene della fascia stessa, diventando, in questo modo, in grado di percepire gli stimoli meccanici applicati alla fascia superficiale. Possiamo inoltre supporre che la loro posizione relativa rispetto alla cute possa aiutare nella discriminazione tra una pressione leggera e una pesante, collaborando quindi con i recettori cutanei all'esterocezione. Recentemente, Fede et al. (2022) hanno evidenziato una ricca innervazione autonoma di tipo simpatico; in particolare, hanno stimato che il 35% delle fibre nervose presenti nella fascia superficiale sia di tipo simpatico. Queste fibre si localizzano soprattutto attorno alle piccole arterie, ma sono state trovate anche in contatto con la componente fibrosa. La fascia muscolare presenta soprattutto terminazioni nervose libere interconnesse tra loro per creare un network (Stecco et al., 2007; Tesarz et al., 2011; Taguchi

et al., 2013; Fede et al., 2021), perfetto per percepire le tensioni che si sviluppano a livello fasciale in qualunque direzione. Questo suggerisce che le fasce profonde possano giocare un ruolo attivo nella propriocezione e nella percezione del dolore. Alcune fasce, come la fascia toracolombare e i retinacoli vicino alle articolazioni, sembrano più innervate rispetto ad altre fasce, suggerendo un maggior coinvolgimento nella propriocezione, ma potrebbero essere anche più sensibili a tensioni anomale (Fede et al., 2021). Le fibre nervose presenti nella fascia possono essere sia peptidergiche sia non peptidergiche. Taguchi et al. (2013) hanno evidenziato terminazioni libere di tipo sia A δ sia C. Le fibre A δ sembrano sensibili soprattutto agli stimoli meccanici, come il pinzamento, mentre la maggior parte delle fibre tipo C è polimodale (nocicettori), quindi sono sensibili a stimoli sia meccanici sia chimici (per esempio, alla bradichinina) e al calore. Inoltre, sembra che le fibre C nella fascia abbiano una soglia di attivazione meccanica molto elevata (1854 mN), circa due volte maggiore rispetto alla cute e al muscolo.

La stimolazione elettrica della fascia profonda dà un dolore sordo e fastidioso, mentre la stessa stimolazione a livello dell'ipoderma e della fascia superficiale dà un dolore acuto ben localizzabile (Itoh et al., 2004), suggerendo che le due fasce abbiano ruoli differenti: la fascia profonda sembra avere soprattutto una funzione propriocettiva, mentre la fascia superficiale collabora con la cute per l'esterocezione. Lo strato adiposo interposto tra le due fasce (DAT), probabilmente, funge da isolante, permettendo alle due fasce di scorrere e di essere stirate in maniera indipendente. In caso di cicatrice, l'adesione tra la fascia superficiale e la fascia profonda potrebbe portare a un'alterazione della percezione, sia propriocettiva sia esterocezione, e a una sovrastimolazione dei recettori a livello della cicatrice, che potrebbero essere attivati sia dalla contrazione muscolare sia da stimoli cutanei.

Schilder et al. (2014) hanno dimostrato in volontari sani che la stimolazione della fascia toracolombare con soluzione ipersalina è in grado di generare dolore, e questo dolore è più intenso ed è riferito a un'area maggiore rispetto alla stessa iniezione fatta all'interno della massa muscolare degli *erector spinae*. Risultati simili sono stati ottenuti anche da Deising et al. (2012) con l'iniezione di NGF (Nerve Growth Factor) nella fascia toracolombare. Questi Autori, inoltre, hanno osservato una sensibilizzazione di lunga durata dei nocicettori della fascia profonda alla pressione meccanica e alla stimolazione chimica con

soluzione acida. Questo meccanismo potrebbe aiutare a spiegare il dolore muscolo-scheletrico cronico. Gli stessi Autori hanno anche dimostrato che le terminazioni nervose libere della fascia sono stimulate in modo più efficace quando la fascia viene "pre-stirata" dalla contrazione muscolare. Infine, Gibson et al. (2009) hanno dimostrato che è probabilmente la fascia, e non il muscolo, a essere responsabile di sensibilizzazione/dolore associati a DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness) in seguito a esercizi eccentrici. In un lavoro più recente, Hoheisel et al. (2015) hanno inoltre evidenziato un aumento delle fibre SP-positive (nocicettive) nella fascia toracolombare cronicamente infiammata, dimostrando che la fascia può andare incontro ad alterazioni patologiche che possono portare a cronicizzazione/peggioramento dei sintomi. In passato, dati simili erano stati pubblicati da Sanchis-Alfonso e Rosello-Sastre (2000) a livello del retinacolo laterale del ginocchio, evidenziando una crescita delle fibre nocicettive, immunoreattive alla sostanza P, nei pazienti con sindrome femoro-rotulea.

Un'irritazione cronica della fascia muscolare può indurre anche fenomeni di sensibilizzazione a livello spinale. Infatti, Hoheisel et al. (2011) hanno evidenziato che, nei ratti in cui era stata creata un'inflammatione cronica della fascia toracolombare, i metameri che erano interessati dall'afferenza nocicettiva aumentavano, mentre Taguchi et al. (2013) hanno dimostrato che stimoli meccanici ripetuti sono in grado di indurre l'espressione della proteina c-Fos nei metameri spinali in cui le fibre sensitive afferiscono.

Anche tutte le fasce viscerali sono innervate, ma la densità e il tipo di innervazione variano a seconda della fascia considerata. In particolare, Stecco et al. (2017) hanno evidenziato fibre nervose amieliniche di tipo autonomo in tutte le fasce viscerali, ma fibre mieliniche sensitive somatiche sono state trovate solo in alcune fasce, come i legamenti del fegato, il pericardio e il peritoneo parietale. Il peritoneo parietale, pertanto, è in grado di inviare segnali correlati al dolore, alla pressione, al tatto e alla temperatura, e può giocare un ruolo importante nel dolore postoperatorio (Fusco et al., 2024). L'innervazione che raggiunge il peritoneo parietale riflette l'organizzazione dermatomerica, a partire da T6 fino a T12 e L2-L4 (Struller et al., 2017). L'area antero-laterale riceve rami sensitivi dai nervi intercostali 6-8, mentre l'area peritoneale parietale centrale (sotto il diaframma) e l'area pelvica del peritoneo parietale ricevono rami dal plesso lombare (L2-L4), in particolare dai nervi ileopogastrico e ileoinguinale.

LETTURE CONSIGLIATE

- Albertin G, Astolfi L, Fede C et al. Detection of lymphatic vessels in the superficial fascia of the abdomen. *Life (Basel)*. 2023 Mar;13(3):836.
- Apaydin N, Uz A, Evirgen O et al. The phrenico-esophageal ligament: an anatomical study. *Surg Radiol Anat*. 2008;30:29-36.
- Caggiati A. The saphenous venous compartments. *Surg Radiol Anat*. 1999;21:29-34.
- Deising S, Weinkauf B, Blunk J et al. NGF-evoked sensitization of muscle fascia nociceptors in humans. *Pain*. 2012;153:1673-9.
- Fede C, Petrelli L, Guidolin D et al. Evidence of a new hidden neural network into deep fasciae. *Sci Rep*. 2021 June;11:12623.
- Fede C, Petrelli L, Pirri C et al. Innervation of human superficial fascia. *Front Neuroanat*. 2022 Aug 29;16:981426.
- Fede C, Porzionato A, Petrelli L et al. Fascia and soft tissues innervation in the human hip and their possible role in post-surgical pain. *J Orthop Res*. 2021 Jul;38(7):1646-54.
- Fusco P, Costa F, Stecco C et al. Under the fascia: a new ultrasound guided fascial plane block. The deep rectus sheath block. *Minerva Anesthesiol*. 2024 Jun 4.
- Gibson W, Arendt-Nielsen L, Taguchi T et al. Increased pain from muscle fascia following eccentric exercise: animal and human findings. *Exp Brain Res*. 2009;194:299-308.
- Hoheisel U, Rosner J, Mense S. Innervation changes induced by inflammation of the rat thoracolumbar fascia. *Neuroscience*. 2015;6:351-9.
- Hoheisel U, Taguchi T, Treede RD, Mense S. Nociceptive input from the rat thoracolumbar fascia to lumbar dorsal horn neurones. *Eur J Pain*. 2011;15:810-5.
- Itoh K, Okada K, Kawakita K. A proposed experimental model of myofascial trigger points in human muscle after slow eccentric exercise. *Acupunct Med*. 2004;22:2-12.
- Karmakar MK, Chung DC. Variability of a thoracic paravertebral block. Are we ignoring the endothoracic fascia? *Reg Anesth Pain Med*. 2000 May-Jun;25(3):325-7.
- Nguyen HV, Nguyen H. Anatomical basis of modern thoracotomies: the latissimus dorsi and the "serratus anterior-rhomboid" complex. *Surg Radiol Anat*. 1987;9:85-93.
- Rizk NN. A new description of the anterior abdominal wall in man and mammals. *J Anat*. 1980;131:373-85.
- Sanchis-Alfonso V, Rosello-Sastre E. Immunohistochemical analysis for neural markers of the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. A neuroanatomic basis for anterior knee pain in the active young patient. *Mer J Sports Med*. 2000;28:725-31.
- Sato T, Hashimoto M. Morphological analysis of the fascial lamination of the trunk. *Bull Tokyo Med Dent Univ*. 1984;31:21-32.
- Schilder A, Hoheisel U, Magerl W et al. Sensory findings after stimulation of the thoracolumbar fascia with hypertonic saline suggest its contribution to low back pain. *Pain*. 2014;155:222-31.
- Sebastien C, Regnier M, Lantieri L et al. Anterolateral thoracic fascia: an anatomic and surgical entity. *Surg Radiol Anat*. 1993;15:79-83.
- Singer E. *Fasciae of the human body and their relations to the organs they envelop*. Baltimore: Williams & Wilkins Company; 1935.
- Stecco C. *Functional atlas of the human fascial system*. United Kingdom: Elsevier Health Sciences; 2015.
- Stecco C, Gagey O, Belloni A et al. Anatomy of the deep fascia of the upper limb. Second part: study of innervation. *Morphologie*. 2007;91:38-43.
- Stecco C, Sfriso MM, Porzionato A et al. Microscopic anatomy of the visceral fasciae. *J Anat*. 2017;231(1):121-8.
- Sterzi G. *Il tessuto sottocutaneo (tela subcutanea)*. Firenze: Luigi Niccolai; 1910.
- Struller F, Weinreich FJ, Horvath P et al. Peritoneal innervation: embryology and functional anatomy. *Pleura Peritoneum*. 2017;2:153-61.
- Suarez-Rodriguez V, Fede C, Pirri C et al. Fascial innervation: a systematic review of the literature. *Int J Mol Sci*. 2022;18;23(10):5674.
- Taguchi T, Yasui M, Kubo A et al. Nociception originating from the crural fascia in rats. *Pain*. 2013;154:1103-14.
- Tesarz J, Hoheisel U, Wiedenhofer B, Mense S. Sensory innervation of the thoracolumbar fascia in rats and humans. *Neuroscience*. 2011;194:302-8.

