

LA FORZA TENSILE A FRATTURA DI ALCUNI MATERIALI DI SUTURA RIASSORBIBILI IN DIVERSI AMBIENTI BIOLOGICI. STUDIO SPERIMENTALE NEL RATTO

Bonoldi A.P.¹, Castellaro E.¹, Ciapparelli R.¹, Cimma E.¹, Colombo D.¹,
Maffezzini M.¹, D'Ariano G.², Dozio G.³, Dionigi R.¹

SUMMARY - Suture threads of different materials (plain, chromic, chromic siliconized catgut, poliglicolic acid and poliglactin) have been implanted in the subcutaneous tissue, in the muscle, and in the gastric cavity of 150 Sprague-Dawley rats. Animals have been killed 2, 5, 8, and 15 days postop and the tensile strenght has been tested by means of a balance. Catgut shows a decrease of tensile strenght which appears earlier in the stomach than in the subcutaneous or muscle tissue (not significant), whereas the poliglicolic acid and poliglactin show a decrease which is similar in the three implant sites. Catgut decrease of tensile strenght is significantly prompter ($p < 0.001$) than that of poliglicolic acid and poliglactin.

Funzione della sutura è mantenere l'affrontamento di tessuti sezionati chirurgicamente onde favorire il processo di guarigione della ferita.

Secondo Halsted (4) il filo di sutura ideale è caratterizzato da forza adeguata, maneggevolezza, buona annodabilità, scarsa reazione tissutale e riassorbibilità.

Non esiste una nomenclatura diffusamente accettata che possa essere impiegata per descrivere le complesse caratteristiche (di filo e di nodo) di una sutura chirurgica.

Holmlund (6) modificando da Herrmann (5), propone le seguenti definizioni: 1) *forza tensile*: forza necessaria per rompere un filo non annodato, applicata lungo la direzione del filo stesso; 2) *forza tensile del nodo*: un filo viene legato con nodo quadro attorno ad un tubo di gomma; la forza viene applicata alle estremità libere, la frattura avviene a livello del nodo; 3) *capacità di tenuta del nodo*: il filo viene legato con il nodo in esame; l'anello ottenuto viene tagliato; ai due capi così ottenuti viene applicata la forza; o il nodo si scioglie o il filo si rompe a livello del nodo.

Una sutura chirurgica può risultare inadeguata per cause che dipendono dal materiale e dal tipo di nodo adottati; infatti, il nodo può sciogliersi, il filo tagliare i tessuti, oppure il filo stesso può rompersi (13). Il materiale di sutura deve quindi essere riassorbibile senza peraltro cedere alla tensione esercitata dai tessuti; l'operatore deve pertanto scegliere il filo anche tenendo presente il tempo di riassorbimento del materiale di sutura a contatto con i diversi liquidi biologici. I fili di sutura riassorbibili di più comune impiego sono da derivazione animale (catgut semplice, cromatico etc.) o polimeri di sintesi (acido poliglicolico e poliglicolattico). Le modalità di riassorbimento ed il decadimento nel tempo della resistenza alla rottura di diversi materiali di sutura possono variare dipendentemente dall'ambiente biologico in cui essi si trovano.

1. Istituto di Patologia Chirurgica
2. Istituto di Fisica
3. Istituto di Semeiotica Chirurgica dell'Università di Pavia

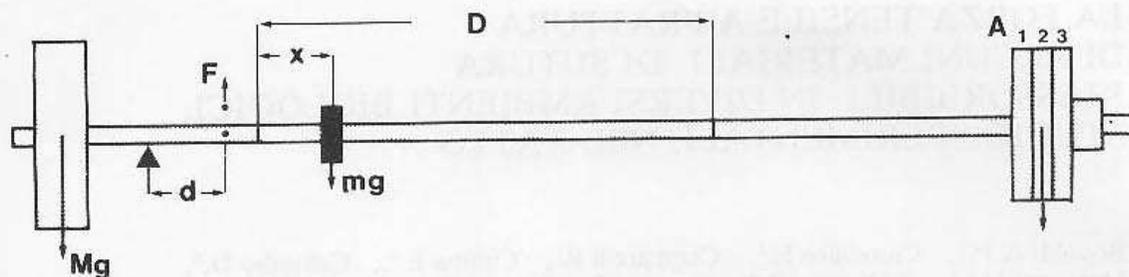


Fig. 1 - M = massa mobile per taratura e bilanciamento del sistema; g = accelerazione di gravità; \blacktriangle = asse della bilancia; d = distanza dell'asse della bilancia dal punto di applicazione della forza (tensile a frattura) da valutare; F = forza tensile dell'anello in esame; m = massa mobile; \circ = perni (vincoli lisci) su cui viene fissato l'anello in esame; x = distanza della massa mobile dalla posizione di zero; $A(1.2.3)$ = masse aggiuntive; D = distanza tra posizione zero e fondo scala.

Mizuma e Coll. (8), ad esempio, hanno valutato nel cane il decadimento della forza a rottura di diversi materiali ed hanno osservato che se esposti in vitro a succo pancreatico attivato con enterochinasi, i catgut, semplice e cromatico, si dissolvono quasi completamente entro 24-48 ore, mentre il decadimento dell'acido poliglicolico è molto più lento. Il comportamento del catgut cromatico e dell'acido poliglicolico è stato inoltre studiato nel ratto nelle anastomosi colon-coliche (9) e digiunali (1), senza peraltro rilevare differenze nella mortalità, nella forza a rottura dell'anastomosi e nell'entità della reazione infiammatoria indotta. In altri studi sperimentali di tipo comparativo è stato pure studiato il comportamento dell'acido poliglicolattico (2-3-10-12) il quale analogamente all'acido poliglicolico ha, se posto a dimora nella cavità gastrica, un riassorbimento più lento e progressivo del catgut semplice e cromatico.

Postlethway (11) ha inoltre indagato nel ratto il decadimento alla forza a frattura del catgut cromatico nelle seguenti sedi: ferita laparotomica, cavità peritoneale, fegato, milza, rene, utero, stomaco, duodeno, ileo, cieco, colon; il riassorbimento si è rivelato particolarmente rapido (1° e 2° giornata) nell'ordine a livello ileale, gastrico e duodenale.

Scopo del presente lavoro è la valutazione del decadimento nel tempo della forza tensile di un nuovo tipo di catgut recentemente proposto da Microvich (7) (catgut siliconato) e di alcuni dei materiali di sutura riassorbibili di più comune impiego (catgut semplice, catgut cromatico, acido poliglicolico ed acido poliglicolattico), posti a dimora in diversi ambienti biologici.

MATERIALI E METODI

Nel seguente studio definiamo come forza tensile a frattura la forza che è necessario applicare internamente ad un anello del materiale in esame (chiuso da un nodo chirurgico e cinque nodi piani) per ottenerne la frattura (in corrispondenza o meno del nodo).

L'indagine è stata compiuta su materiali di sutura calibro 3/0 (catgut semplice, catgut cromatico, acido poliglicolico, acido poliglicolattico e catgut cromatico siliconato), posizionati nella cavità gastrica e nel tessuto muscolare e sottocutaneo nel ratto.

Sono stati impiegati 150 ratti Sprague-Dawley, del peso di 250-300 grammi, sot-

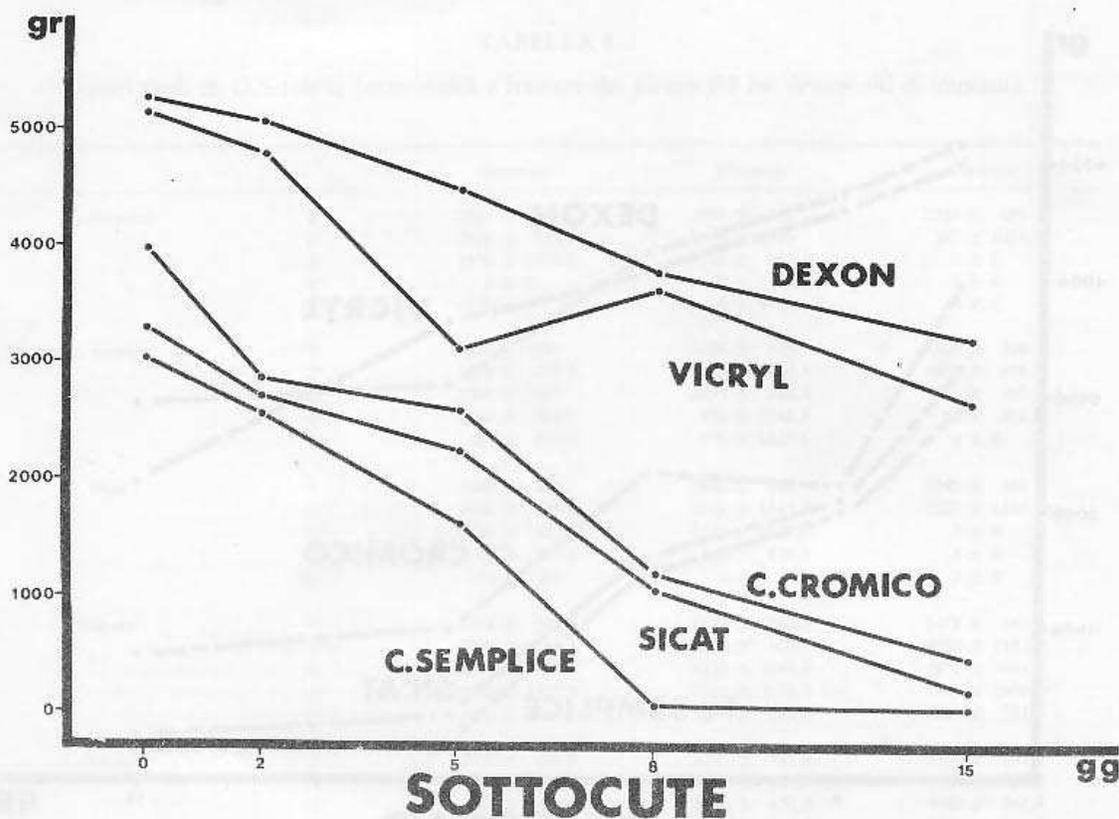


Fig. 2 - Vedi testo

toposti ad intervento chirurgico, in anestesia generale con ketamina cloridrato (15 mg/Kg i.m.) e tiopentale sodico (30 mg/Kg i.p.), in condizioni di antisepsi.

Dopo laparotomia mediana lo stomaco è sezionato a tutto spessore per 1 cm. lungo la grande curvatura ed un anello del materiale in esame è fissato in cavità gastrica mediante punto transverso in seta, in modo che sia mobile all'interno della cavità gastrica, esposto all'azione della secrezione e non all'attività macrofagica. Due anelli dello stesso materiale venivano poi fissati nel tessuto sottocutaneo e muscolare della parete addominale dello stesso ratto.

Gli animali sono stati sacrificati in 2°, 5°, 8°, e 15° giornata dall'intervento e la forza tensile a frattura residua veniva valutata mediante dinamometro a bilancia in grado di misurare forze comprese tra 0 ed 8000 grammi, con una sensibilità dell'ordine dei 50 grammi. Lo strumento è illustrato schematicamente in Figura 1.

L'anello del materiale in esame è sotteso ai due perni (vincoli lisci) e la forza tensile applicata è variata mediante la massa mobile m , il cui posizionamento avviene tramite un sistema di trascinamento controllato.

Un pennino solidale alla massa mobile m permette la registrazione su di un foglio, che è disposto su di un piano perpendicolare all'asse della bilancia. Le masse aggiuntive $A(1-2-3)$, opportunamente calibrate permettono di sommare alla forza applicata un valore costante pari al corrispondente valore di fondo scala della massa m . La massa M viene utilizzata per la taratura di tutto il sistema in condizioni di equilibrio

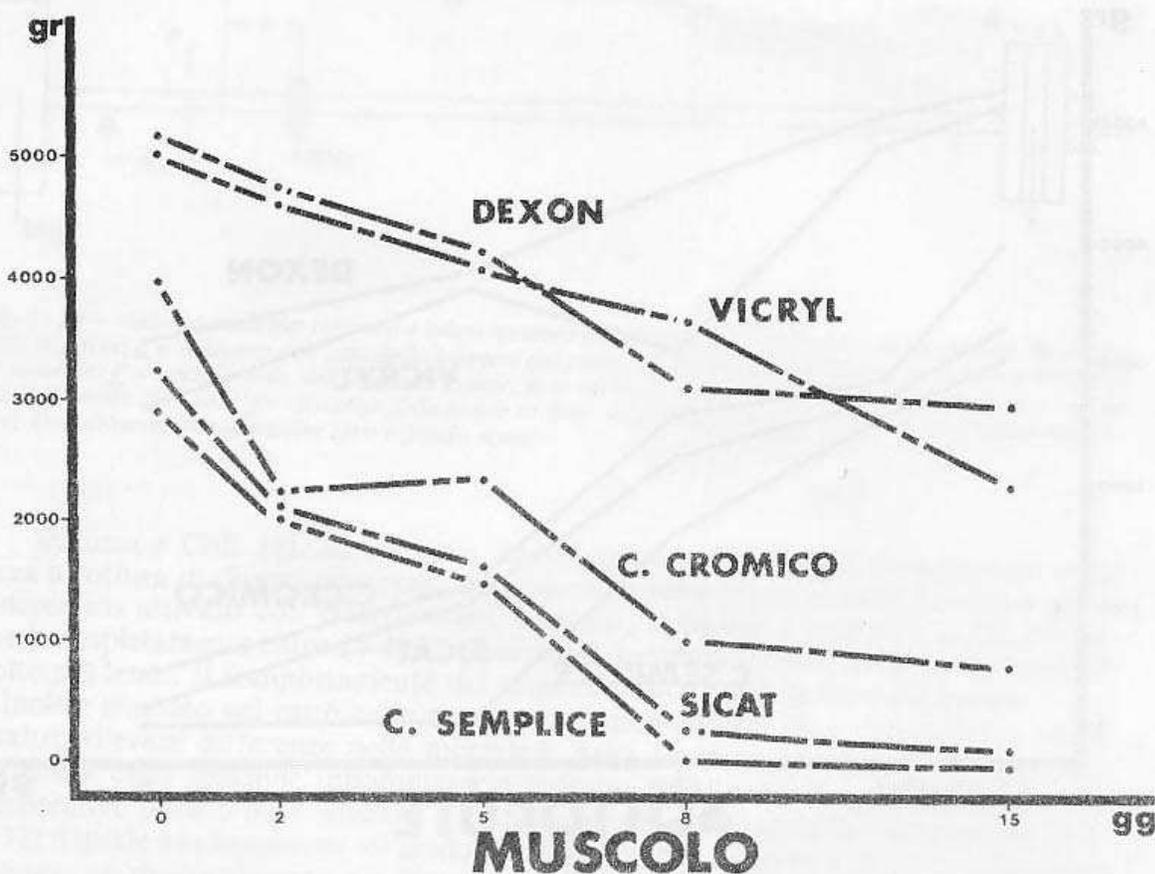


Fig. 3 - Vedi testo

indifferente con la massa mobile in posizione di zero ed in assenza di pesi aggiuntivi.

La forza tensile, cui è sottoposto l'anello in esame, è espressa in unità di massa, dall'equazione:

$$F/g = (m/d) x + nM^*$$

dove d è la distanza dell'asse della bilancia dal punto di applicazione della forza F , x la distanza della massa mobile m dalla posizione di zero, n il numero delle masse aggiuntive A ed M^* il valore di F/g per m a fondo scala.

Analisi statistica

Allo scopo di valutare se le differenze nel comportamento dei diversi fili nello stesso sito di impianto e dello stesso filo nei diversi siti sono significative, le medie dei risultati nelle diverse giornate sono state sottoposte ad analisi della varianza a blocchi randomizzati senza replicazione e le differenze sono state verificate con il test di Scheffè.

RISULTATI

Le medie dei valori di forza tensile a frattura prima dell'impianto nell'animale e nelle diverse giornate sono riportate in Tabella I ed espresse graficamente nelle Figure

TABELLA I

Valori medi \pm D.S.: delle forze tensili e fratture dei diversi fili nei diversi siti di impianto

		Sottocute	Muscolo	Gastrico
C. semplice	0	2953 \pm 451	2953 \pm 451	2953 \pm 451
	2 ^o	2830 \pm 753,1	2160 \pm 1380	787 \pm 1031,8
	5 ^o	1628 \pm 1172,8	1584 \pm 962,4	0 \pm 0
	8 ^o	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
	15 ^o	570 \pm 1	0 \pm 0	0 \pm 0
C. cronico	0	3226 \pm 504	3226 \pm 504	3226 \pm 504
	2 ^o	2559 \pm 676,9	2120 \pm 550,1	2003 \pm 855,2
	5 ^o	2209 \pm 525	2353 \pm 618,4	263 \pm 382,1
	8 ^o	1184 \pm 790,0	970 \pm 1246,5	90 \pm 201,2
	5 ^o	403 \pm 845,2	770 \pm 1055,6	0 \pm 0
Sicat	0	3940 \pm 446	3940 \pm 446	3940 \pm 446
	2 ^o	2704 \pm 1141,9	2134 \pm 1147,9	2027 \pm 1244,9
	3 ^o	2566 \pm 1421,3	1543 \pm 1032,6	0 \pm 0
	8 ^o	1012 \pm 571,9	258 \pm 576,9	0 \pm 0
	15 ^o	128 \pm 255	0 \pm 0	0 \pm 0
Dexon	0	5178 \pm 562,5	5178 \pm 562,5	5178 \pm 562,5
	2 ^o	5008 \pm 814,6	4666 \pm 402,1	4992 \pm 1127,9
	5 ^o	4474 \pm 980,1	4213 \pm 1343,9	3671 \pm 1974,5
	8 ^o	3759 \pm 1177,5	3085 \pm 2121,3	2151 \pm 2496,2
	15 ^o	3163 \pm 480,7	2852 \pm 580,6	2880 \pm 721,4
Vicryl	0	5165 \pm 441,6	5165 \pm 441,6	5165 \pm 441,6
	2 ^o	4707 \pm 640,7	4565 \pm 668,5	4669 \pm 550,9
	5 ^o	3098 \pm 1482,2	4140 \pm 430,8	4400 \pm 665,6
	8 ^o	3744 \pm 760,6	3609 \pm 698,5	3290 \pm 1208,5
	15 ^o	2628 \pm 548,5	2241 \pm 784,8	2297 \pm 744,1

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (in ordinata la forza tensile a frattura espressa in grammi, in ascissa il tempo in giorni).

Nei tre siti di impianti considerati le fibre sintetiche hanno mostrato un decadimento della forza tensile a frattura significativamente più lenta rispetto ai tre tipi di catgut ($p < 0.001$) (Fig. 2-3-4). Le differenze tra i 3 tipi di catgut non risultano significative.

Il decadimento della forza tensile a frattura è uniforme nei tre siti considerati per le fibre sintetiche (Fig. 5-6); per il catgut è più rapido nella cavità gastrica che a livello muscolare e sottocutaneo (Fig. 7-8-9); le differenze non sono peraltro significative.

DISCUSSIONE

Il catgut è proteina animale mentre l'acido poliglicolico e poliglicolattico sono esteri rispettivamente dell'acido glicolico e degli acidi glicolico e lattico. Ne consegue che il catgut è riassorbito per azione di enzimi proteolitici (gastroenterici e macrofagici) mentre le fibre poliestere degradano per idrolisi, processo molto più lento ed uniforme in tutti i tessuti (3).

La maggior velocità di digestione del catgut a livello gastrico, riscontrata da alcuni autori (2-3-8-10-11) e da noi confermata, è probabilmente dovuta all'elevata concentrazione in enzimi idrolitici del contenuto gastrico (succo gastrico e reflussi biliare

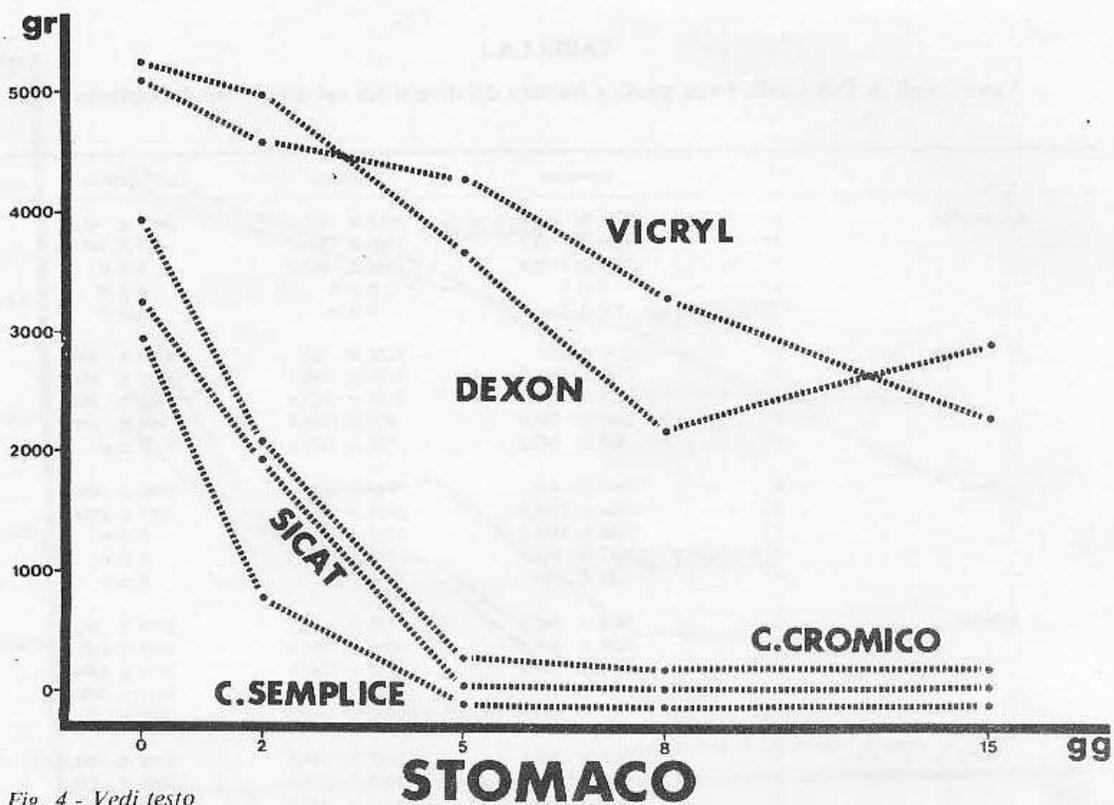


Fig. 4 - Vedi testo

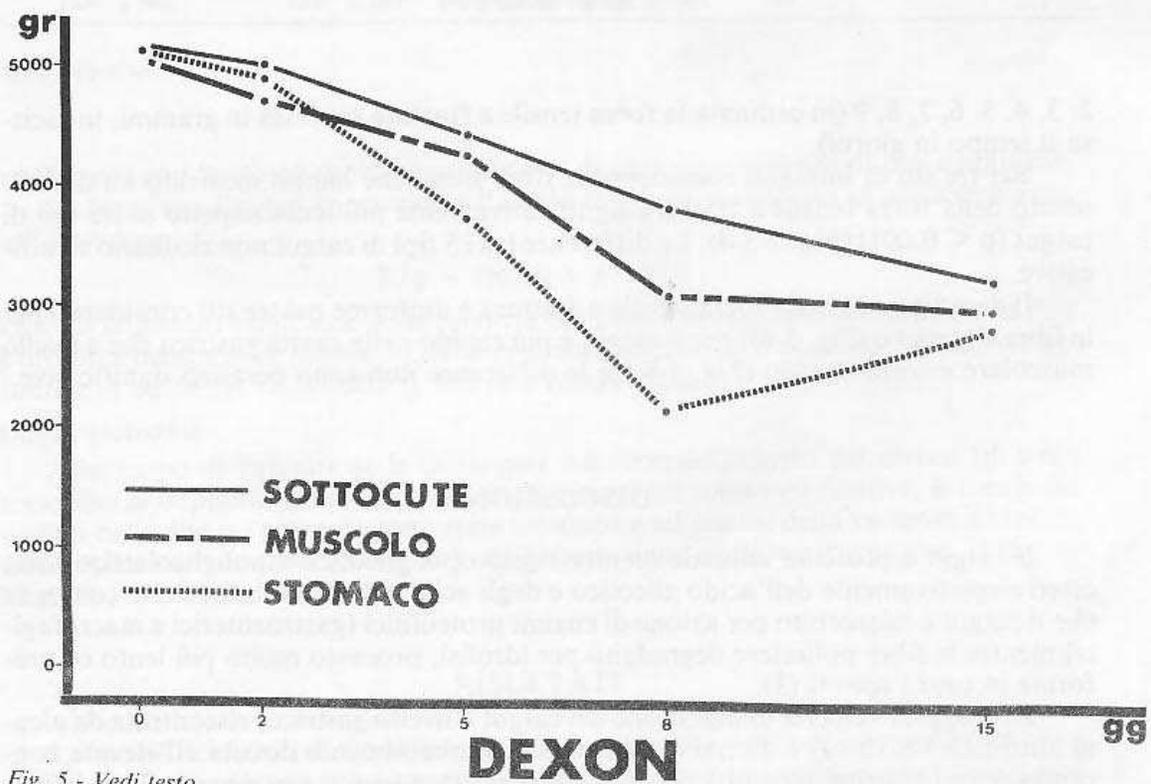


Fig. 5 - Vedi testo

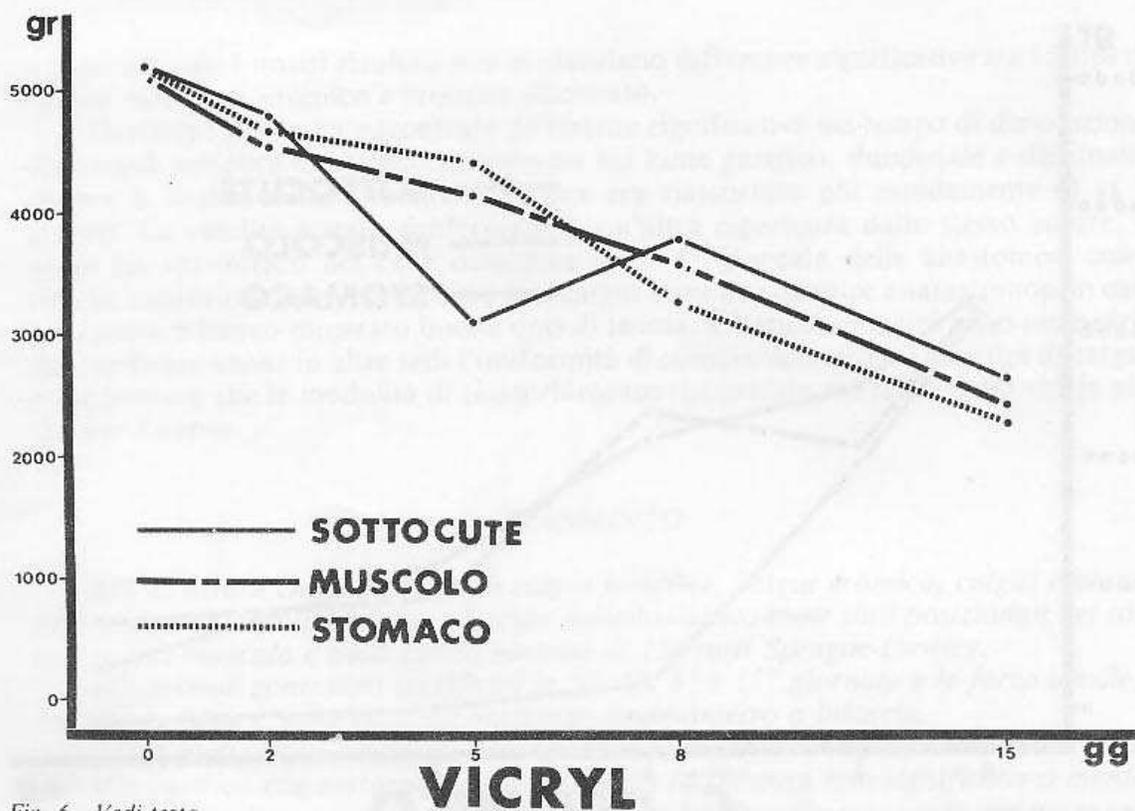


Fig. 6 - Vedi testo

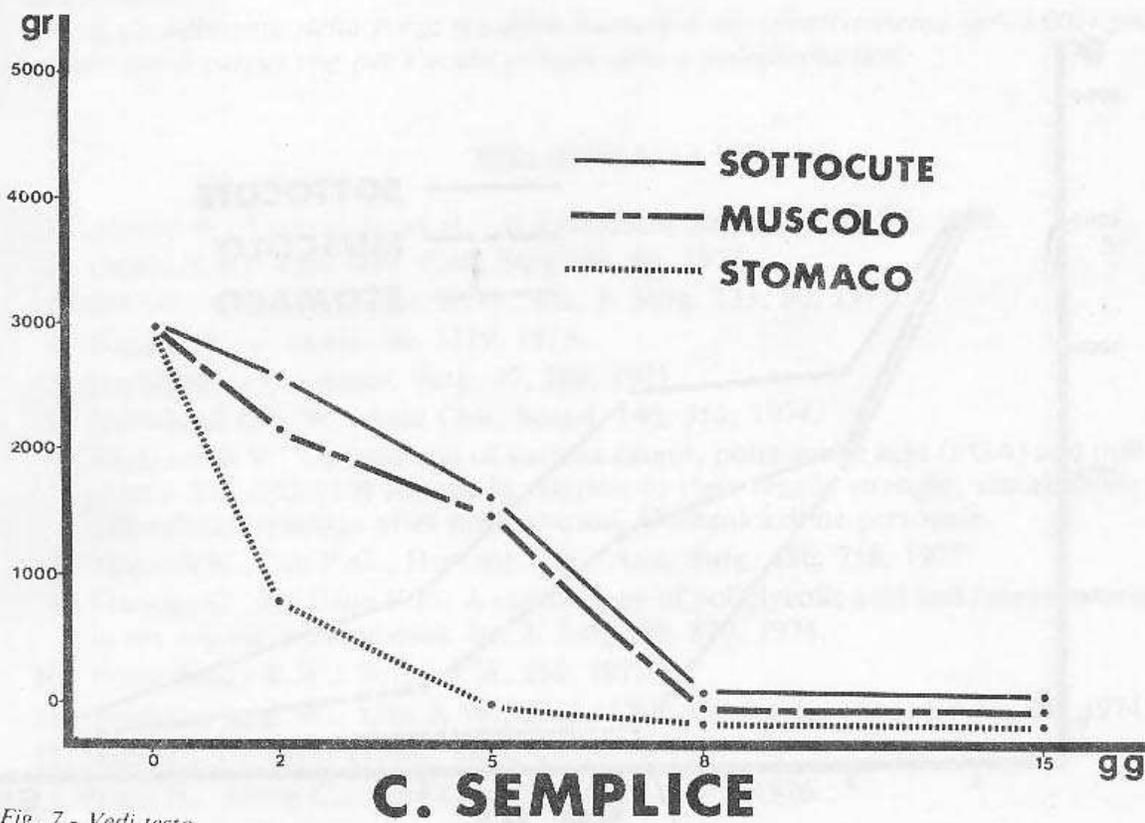


Fig. 7 - Vedi testo

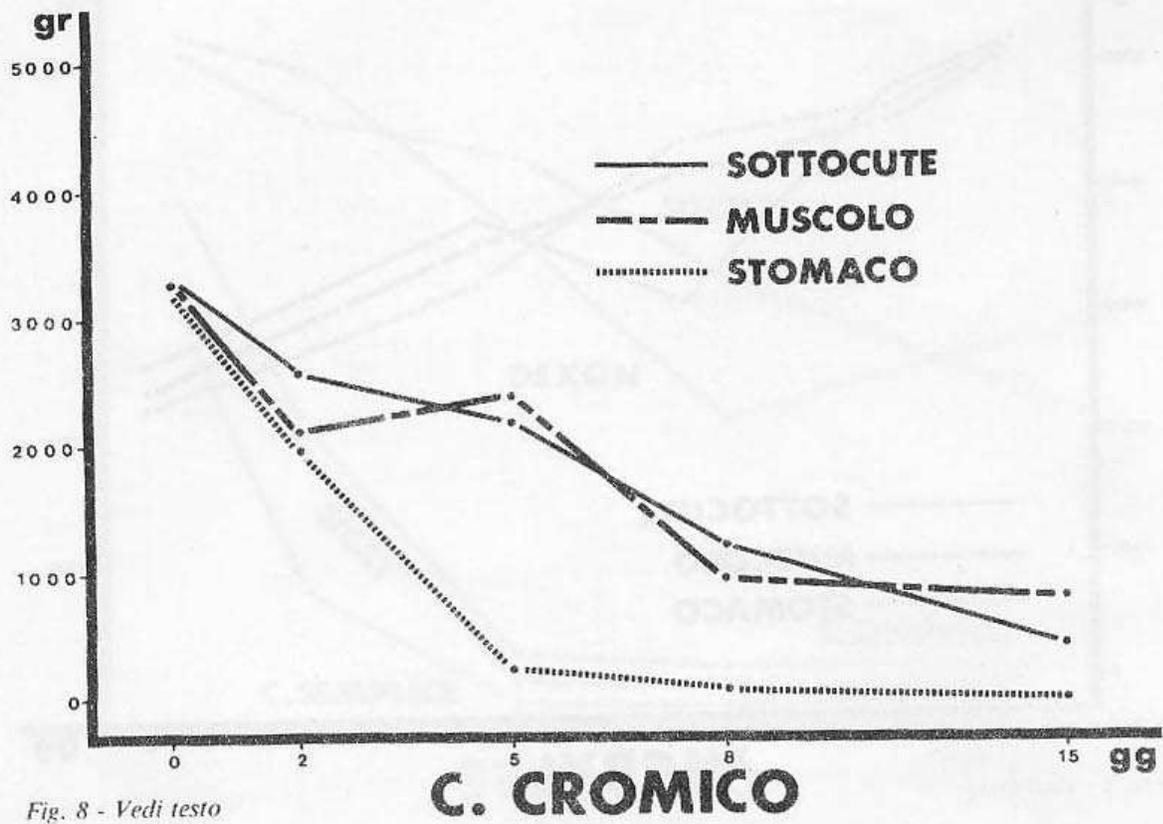


Fig. 8 - Vedi testo

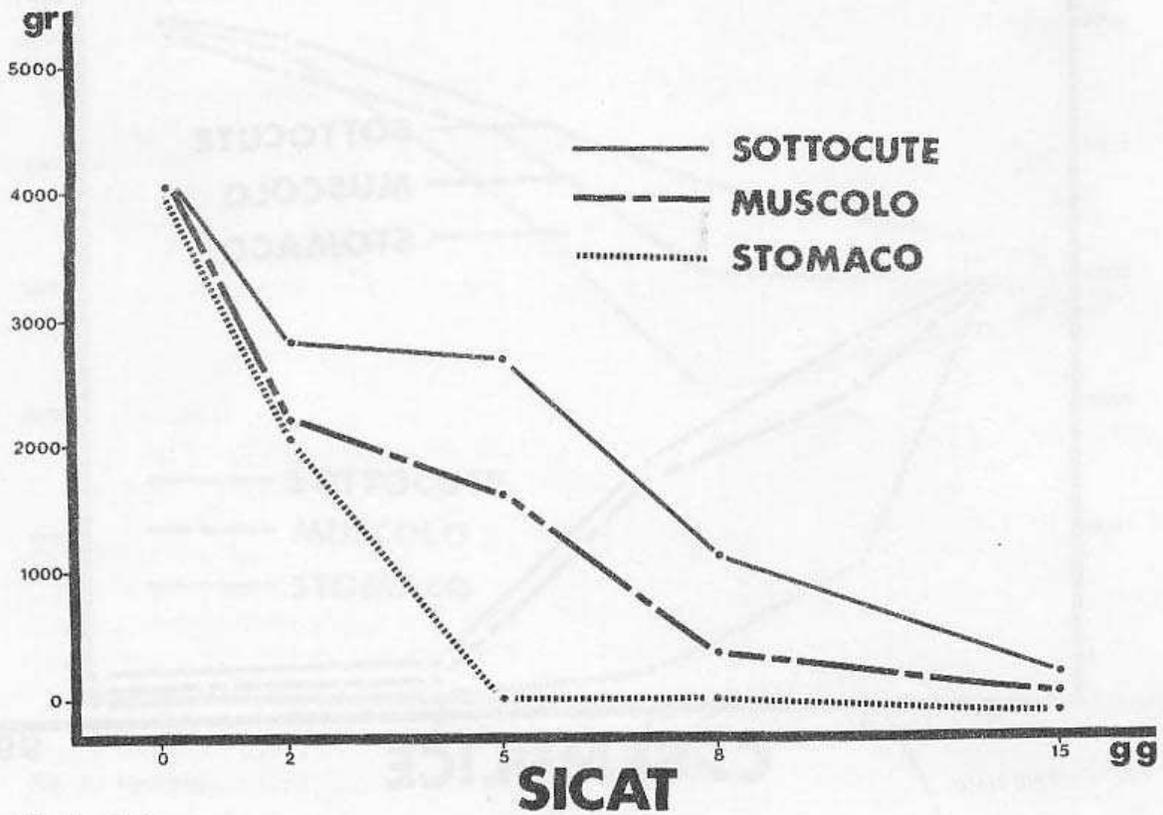


Fig. 9 - Vedi testo

e pancreatico). I nostri risultati non evidenziano differenze significative tra i 3 tipi di catgut: semplice, cromatico e cromatico siliconato.

Deveney (3) non ha riscontrato differenze significative nel tempo di dissoluzione dei catgut semplice e cromatico posizionati nel lume gastrico, duodenale e digiunale, mentre a livello colico il catgut semplice era riassorbito più rapidamente (4 vs 7 giorni). La validità è stata confermata in un'altra esperienza dallo stesso autore, il quale ha riscontrato nel cane deiscenza in 3°-4° giornata delle anastomosi colocoliche confezionate in monostrato con catgut semplice, mentre anastomosi in catgut cromatico hanno mostrato buone doti di tenuta. Ulteriori indagini sono necessarie per verificare anche in altre sedi l'uniformità di comportamento tra i tre tipi di catgut e confermare che le modalità di riassorbimento riscontrate nel ratto siano valide anche per l'uomo.

RIASSUNTO

Fili di sutura chirurgica 3/0 in catgut semplice, catgut cromatico, catgut cromatico siliconato, acido poliglicolico, ed acido poliglicolattico sono stati posizionati nel sottocute, nel muscolo e nella cavità gastrica di 150 ratti Sprague-Dawley.

Gli animali sono stati sacrificati in 2°, 5°, 8° e 15° giornata e la forza tensile a frattura residua è stata valutata mediante dinamometro a bilancia.

I tre tipi di catgut mostrano decadimento della forza tensile a frattura più rapido a livello gastrico che sottocutaneo e muscolare (differenza non significativa) mentre l'acido poliglicolico e poliglicolattico presentano un decadimento uniforme nei tre siti di impianto.

Il decadimento della forza tensile a frattura è significativamente ($p < 0.001$) più rapido per il catgut che per l'acido poliglicolico e poliglicolattico.

BIBLIOGRAFIA

1. Alberti A., Lorenzi G. et al.: Il Policlinico Sez. Chir. 87, 75, 1980.
2. Cassie A.B.: Ann. Roy. Coll. Surg. 59, 69, 1977.
3. Deveney K.E., Lawrence W.W.: Am. J. Surg. 133, 86, 1977.
4. Halsted W.S.: Jama, 60, 1119, 1913.
5. Herrmann J.B.: Amer. Surg. 37, 209, 1971.
6. Holmlund D.E.W.: Acta Chir. Scand. 140, 355, 1974.
7. Mirkovitch V.: Comparison of various catgut, polyglycolic acid (PGA) and polyglactin 910 (PG 910) sutures in relation to their tensile strength, resorbability, and cellular reaction after implantation. Comunicazione personale.
8. Mizuma K., Lee P.C., Howard J.M.: Ann. Surg. 186, 718, 1977.
9. Munday C., Mc Ginn F.P.: A comparison of polyglycolic acid and catgut sutures in rat colonic anastomoses. Br. J. Surg. 63, 870, 1976.
10. Postlethway R.W.: Surgery 78, 531, 1975.
11. Postlethway R.W., Ulin A.W., et al.: Chir. Gastroent. (Eng. Ed.) 8, 18, 1974.
12. Robbs J.V.: Surg. Gynec. Obst. 145, 235, 1977.
13. Tera H., Aberg C.: Acta Chir. Scand. 142, 343, 1976.