

WU FENG CHUNG

Este exemplar corresponde a versão final da Dissertação de Mestrado, apresentada a Comissão de Pós-Graduação em Cirurgia da FCM/UNICAMP, para obtenção do título de Mestre em Cirurgia do médico WU FENG CHUNG.

Campinas, 28 de junho de 2000.

PROF.DR. JOÃO JOSÉ FAGUNDES.

**ESTUDO DA AÇÃO DE ADERÊNCIAS SOBRE
ANASTOMOSE CÓLICA: TRABALHO
EXPERIMENTAL EM RATOS.**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Campinas
2000

WU FENG CHUNG

***ESTUDO DA AÇÃO DE ADERÊNCIAS SOBRE
ANASTOMOSE CÓLICA: TRABALHO
EXPERIMENTAL EM RATOS.***

*Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Cirurgia da Faculdade de Ciências
Médicas da Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do título de Mestre em Cirurgia.*

Orientador: Prof. Dr. João José Fagundes

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

*Campinas
2000*



20017186

UNIDADE B0
N.º CHAMADA:
TIUNICAMP
W95e
V. Ex.
TOMBO BC/ 43017
PROC. 16.278100
C D
PREC. R\$ 11,00
DATA 07/11/00
N.º CPD

CM-00149619-9

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP**

W95e

Wu, Feng Chung

Estudo da ação de aderências sobre anastomose cólica: trabalho experimental em ratos / Wu Feng Chung. Campinas, SP : [s.n.], 2000.

Orientador : João José Fagundes

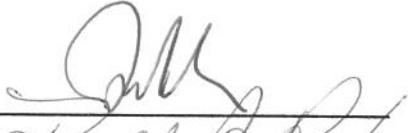
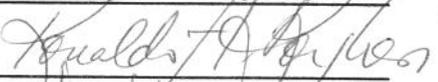
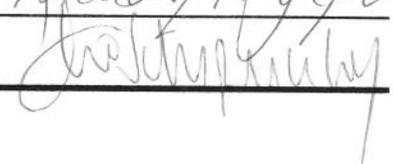
Tese (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas.

1. Cicatrização de feridas. 2. Cólon. 3. Cirurgia experimental. I. João José Fagundes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO JOSÉ FAGUNDES

MEMBROS:

1. Prof. Dr. João José Fagundes: 
2. Prof. Dr. Ronaldo Antônio Borghesi: 
3. Prof. Dr. Cláudio Sady Rodrigues Cez: 

Curso de Pós-Graduação em Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

DATA: 28/06/2000

Nunca deixe a chama da motivação se apagar.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Fu Tai e Man Li, por tudo.

Aos meus sogros, Tseng Sheng e Polly, pelo apoio.

À minha irmã Shang Yi, pela amizade.

À minha esposa, Huei, pelo equilíbrio e complemento.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João José Fagundes, amigo, conselheiro, mestre e pessoa de maior consideração, que por meio de suas palavras, pensamentos e gestos, manteve sempre a luz da minha motivação acesa. A minha gratidão por tudo e inestimável orgulho de ser seu aluno.

Ao Prof. Dr. Raul Raposo de Medeiros, pela confiança depositada e apoio em momento exato da minha vida.

Ao Prof. Dr. Juvenal Ricardo Navarro Góes, pela imensa contribuição na minha formação, amizade e um exemplo a ser seguido.

Ao Prof. Dr. Cláudio Saddy Rodrigues Coy, amigo, companheiro, sempre mostrando enorme equilíbrio e ética nos seus atos e orientações.

Ao Prof. Dr. John Cook Lane, justo, compreensivo e que brindou-me com ensinamentos não somente técnicos mas também universais.

Ao Prof. Dr. Luis Sérgio Leonardi, criador, pioneiro e inestimável lutador. Titular da Disciplina de Moléstias do Aparelho Digestivo e pessoa fundamental na minha formação.

Ao Prof. Dr. Luis Alberto Magna, pelo apoio e valiosa análise estatística deste trabalho.

Aos estatísticos Andréa e Helymar, pessoas importantes não somente no apoio técnico estatístico, mas que contribuíram de forma incalculável nas análises estatísticas desta dissertação.

À Dra Maria de Lourdes Setsuko Ayrizono, pela amizade e auxílio neste trabalho.

Aos biólogos, Ana Cristina de Moraes, William Adalberto Silva e Rosana Celestina Morandin, pela amizade no mais singelo e completo significado desta palavra. Agradeço vocês por serem meus amigos.

Aos funcionários do Núcleo de Medicina e Cirurgia Experimental, especialmente ao Miguel Luís Cândido e Waldemir Benedito Costa, pela simpatia, colaboração técnica e musical, tornando extremamente agradável o ambiente de trabalho.

Ao Prof. Juan Carlos Sotuyo, amigo fraterno e modelo de lutador incansável.

Ao Prof. Antonio Marcos M. Hachisuca, pelo apoio técnico e mais que isso, coração gigante e amizade inestimável.

Ao Engenheiro Enon Laércio Nunes, pelo incalculável apoio conceitual deste trabalho.

Ao Gilmar Fabro, pelo entusiasmo contagiante e a compreensão, transformando momentos difíceis em resultados concretos.

E a todos que de alguma forma colaboraram para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	i
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	8
3. MATERIAL E MÉTODO	10
3.1 - Local de Experimentação	11
3.2 - Animais Utilizados	11
3.3 - Procedimento Experimental	11
3.4.1 - Preparo do Material de Proteção de P.V.C. da Linha Anastomótica do Cólon.....	13
3.4.2 - Anestesia.....	14
3.4.3 - Procedimento Cirúrgico.....	15
3.4.3.1 - Primeira Fase.....	16
3.4.3.2 - Segunda Fase.....	21
3.4.4 - Observação dos Aspectos Clínicos dos Animais no Pós-operatório.....	24
3.4.5 - Sacrifício dos Animais e Avaliação da Cavidade Abdominal.....	25
3.4.6 - Limpeza e Processamento da Alça Cólica.....	25
3.4.7 - Estudo dos Parâmetros Mecânicos.....	28
3.4.7.1 - Teste de Resistência Pressão de Ruptura à Distensão.....	28
3.4.7.2 - Teste de Resistência Força de Ruptura à Tração.....	31
3.4.7.3 - Teste de Resistência Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração.....	37
3.4.9 - Análise Estatística.....	47
4. RESULTADOS	48
4.1 - Evolução Clínica	49
4.2 - Avaliação da Cavidade Abdominal e da Linha de Sutura	49
4.3 - Estudo dos Parâmetros Mecânicos	49

4.3.1 - Teste de Resistência Pressão de Ruptura à Distensão	51
4.3.2 - Teste de Resistência Força de Ruptura à Tração	54
4.3.3 - Teste de Resistência Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração.....	56
5. DISCUSSÃO.....	59
5.1 - Considerações Iniciais	60
5.2 - Animal de Experimentação	61
5.3 - Aderência	62
5.4 - Escolha do Material P.V.C.	64
5.5 - Testes de Resistência Mecânica.....	65
5.5.1 - Pressão de Ruptura à Distensão	66
5.5.2 - Força de Ruptura à Tração.....	68
5.5.3 - Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração.....	71
5.6 - Comparação entre os Parâmetros Mecânicos: Pressão de Ruptura à Distensão, Força de Ruptura à Tração e Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração	75
5.7 - Considerações Finais	76
7. SUMMARY	80
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
9. APÊNDICE.....	98

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores da pressão de ruptura (mmHg) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1.52
- Tabela 2** - Comparações entre os subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0001 (Teste de kruskal-Wallis).....53
- Tabela 3** - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.1 e 2.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0085 (Teste de Mann-Whitney)53
- Tabela 4** - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.1 e 3.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0001 (Teste de Mann-Whitney)53
- Tabela 5** - Comparação dois a dois entre os subgrupos 2.1 e 3.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0030 (Teste de Mann-Whitney)53
- Tabela 6** - Valores da Força de ruptura à tração (gf) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.2, 2.2 e 3.2.54
- Tabela 7** - Comparações entre os subgrupos 1.2, 2.2 e 3.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.0003 (Teste de kruskal - Wallis).....55
- Tabela 8** - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.2 e 2.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.0127 (Teste de Mann -Whitney)55
- Tabela 9** - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.2 e 3.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.0002 (Teste de Mann -Whitney)55
- Tabela 10** - Comparação dois a dois entre os subgrupos 2.2 e 3.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.037 (Teste de Mann -Whitney).....56
- Tabela 11** - Valores da Tensão resultante final de ruptura à tração (dina/cm²) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.3, 2.3 e 3.3.....56

Tabela 12 - Comparações entre os subgrupos 1.3, 2.3 e 3.3 - Tensão resultante final de ruptura à tração. p-valor = 0.0001 (Teste de Kruskal-Wallis)	57
Tabela 13 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.3 e 2.3 - Tensão resultante final de ruptura. p-valor = 0,0091 (Teste de Mann-Whitney).....	58
Tabela 14 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.3 e 3.3 - Tensão resultante final de ruptura. p-valor = 0,0002 (Teste de Mann-Whitney).	58
Tabela 15 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 2.3 e 3.3 - Tensão resultante final de ruptura. p-valor = 0.0113 (Teste de Mann-Whitney).	58
Tabela 1A - Tabela Geral do Teste Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração.....	99

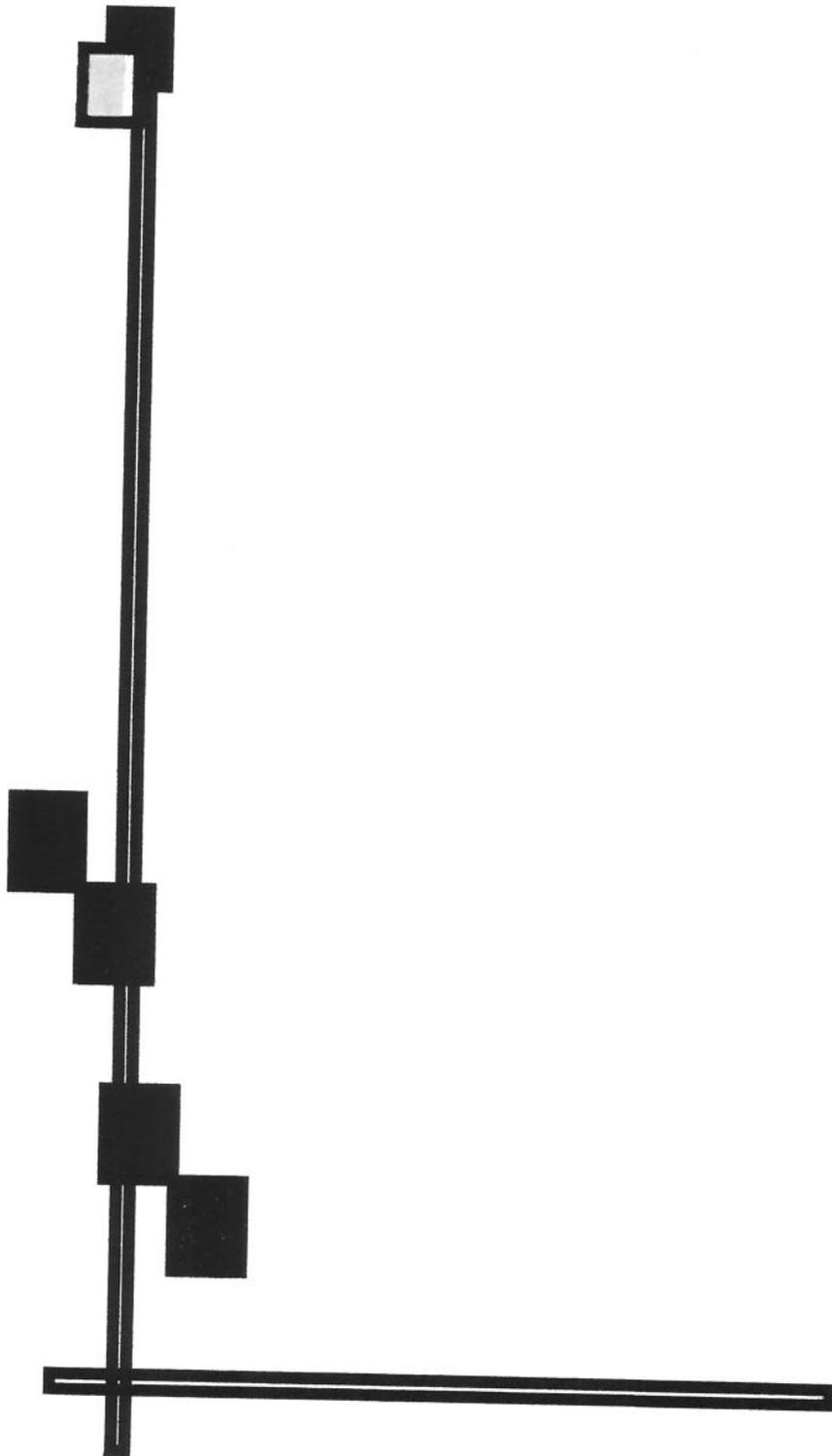
LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Película de P.V.C., em forma de quadrado, pronta para o posicionamento e fixação sobre a anastomose.....	14
Figura 2 - Cateter posicionado na veia da cauda do rato e conectado à seringa com a substância anestésica.....	15
Figura 3 - Material cirúrgico utilizado nos procedimentos operatórios.....	17
Figura 4 - Animal posicionado em prancheta cirúrgica.....	18
Figura 5 - Colocação de campo cirúrgico.....	18
Figura 6 - Cavidade abdominal exposta após abertura por planos.....	19
Figura 7 - Reparo das extremidades mesocólica e anti-mesocólica. Início da anastomose..	19
Figura 8 - Sutura da metade anterior da anastomose	20
Figura 9 - Sutura da metade posterior da anastomose.....	20
Figura 10 - Fechamento da cavidade abdominal. Primeiro plano (sutura do peritônio, camada muscular e aponeurose).....	21
Figura 11 - Fechamento da parede. Sutura da pele e subcutâneo.....	22
Figura 12 - Fixação de um dos lados da película de P.V.C.....	23
Figura 13 - Película de P.V.C. fixada sem promover compressão do cólon.....	24
Figura 14 - Segmento de cólon pertencente ao grupo das anastomoses com aderências deixadas intactas (Grupo 1).	26

- Figura 15** - Segmento de cólon pertencente ao grupo das anastomoses com aderências removidas (Grupo 2).27
- Figura 16** - Segmento de cólon pertencente ao grupo das anastomoses com ausência de aderências (Grupo 3).27
- Figura 17** - Representação esquemática: (a) segmento de alça cólica com a anastomose na porção mediana representada por linha pontilhada, duplamente atadas aos (b) canhões do cateter de "teflon" número 18.29
- Figura 18** - Representação esquemática: (a) segmento de alça cólica com anastomose na região mediana em linha pontilhada, (b) canhões do cateter número 18, (c) torneiras de tripla-via, (d) seringa de infusão com solução fisiológica, (e) seringa apenas com a função de sustentação.29
- Figura 19** - Representação esquemática do sistema usado para o teste pressão de ruptura à distensão - (a) segmento de cólon com a anastomose em linha pontilhada em região mediana, (b) canhões do cateter de número 18, (c) torneiras de tripla-via, (d) seringa de vidro usada para infusão, (e) seringa de vidro para sustentação e (f) cateter de polietileno de 50 centímetros de comprimento.30
- Figura 20** - Registro gráfico pelo polígrafo do teste mecânico pressão de ruptura à distensão.31
- Figura 21** - Representação esquemática: (a) segmento de cólon com a linha anastomótica na região mediana e pontilhada, (b) canhão número 18 com luz aberta e (c) canhão número 18 com luz vedada.33
- Figura 22** - Representação esquemática: (a) segmento de cólon, (b) canhão do cateter número 18 com luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada e fixo na corrente, (d) torneira de tripla-via, (e) dinamômetro e (f) haste de sustentação. .33
- Figura 23** - Representação esquemática: (a) segmento de cólon, (b) canhão do cateter número 18 com luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada e fixo na corrente, (d) torneira de tripla-via, (e) dinamômetro, (f) haste de sustentação e (g) cateter de polietileno conectado ao transdutor do polígrafo.....34
- Figura 24** - Representação esquemática: (e) Dinamômetro, (f) haste de sustentação e a filmadora posicionado no marcador do dinamômetro.35

- Figura 25** - Representação esquemática: (a) segmento de cólon, (b) canhão do cateter número 18 com luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada e fixo na corrente, (d) torneira de tripla-via, (e) dinamômetro com a filmadora posicionada no seu marcador, (f) haste de sustentação, (g) cateter de polietileno conectado ao transdutor e este ao polígrafo e (h) gancho de aço inoxidável especialmente confeccionado anexado ao sistema de tração da bomba de infusão.35
- Figura 26** - Representação esquemática dos atributos para o cálculo da tensão resultante longitudinal e tensão circunferencial: (a) segmento de alça em corte longitudinal, (Tl) tensão longitudinal, (Tla) tensão longitudinal adicional, (Tc) tensão circunferencial, (Tr) tensão radial, (r) raio interno e (e) espessura da parede da alça.38
- Figura 27** - Representação esquemática do sistema usado para determinar a tensão resultante final de ruptura à tração - (a) segmento de cólon com a filmadora 2 posicionada para o seu registro, (b) canhão do cateter número 18 com a luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada fixo à corrente, (d) torneira de tripla-via fixa à corrente, (e) dinamômetro com a filmadora 1 posicionada para o registro do seu marcador, (f) haste de sustentação, (g) cateter de polietileno conectado ao transdutor e esse ao polígrafo, (h) gancho de aço inoxidável anexado ao sistema de tração da bomba de infusão, (i) seringa de insulina vazia e (j) régua fixada em mesmo plano da alça cólica41
- Figura 28** - Registro gráfico da pressão transmural no teste mecânico tensão resultante final de ruptura à tração. Curva com ascensão suave, formação de platô e retorno do registro gráfico até a linha de base no momento da ruptura.....43
- Figura 29** - Registro da alça sob tração pela filmadora e configurado em tela de computador.46
- Figura 30** - Representação esquemática da tensão resultante final de ruptura à tração: (Trf) tensão resultante final de ruptura à tração, (Tc) tensão circunferencial, (Tl) tensão longitudinal, (Tla) tensão longitudinal adicional, (Tr) tensão radial e (a) segmento de alça cortado longitudinalmente.....47
- Figura 31** - Estrutura mais freqüentemente encontrada aderida na anastomose cólica. Gordura do cordão espermático do rato.....50
- Figura 32** - Característica macroscópica da mucosa e respectiva área da anastomose cólica pós-teste mecânico. Área de ruptura.50

Figura 33 - Alça cólica aberta e anastomose apresentando característica homogênea.	51
Figura 34 - Distribuição gráfica dos valores da pressão de ruptura à distensão (mmHg) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1.....	52
Figura 35 - Distribuição gráfica dos valores da força de ruptura à tração (gf) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.2, 2.2 e 3.2.....	54
Figura 36 - Distribuição gráfica dos valores da tensão resultante final de ruptura à tração (dina/cm ²) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.3, 2.3 e 3.3.....	57



RESUMO

O presente trabalho foi realizado com a finalidade de se avaliar a influência das aderências abdominais sobre a reparação tecidual em anastomose de cólon descendente em ratos.

Embora as aderências representem uma das complicações mais graves em cirurgia, a obstrução intestinal, essas estruturas têm mostrado ações benéficas no processo de cicatrização das alças intestinais, agindo com propriedades protetoras.

Outro aspecto analisado neste trabalho foram os métodos e parâmetros utilizados na avaliação das influências de aderências sobre a resistência mecânica da anastomose cólica. Para este fim, três testes mecânicos foram realizados: dois com características uniaxiais, representados pela pressão de ruptura à distensão, pela força de ruptura à tração e um método com característica biaxial, a tensão resultante final de ruptura à tração.

Foram utilizados 90 ratos, distribuídos em três grupos; cada grupo foi formado por três subgrupos e cada subgrupo continha 10 animais.

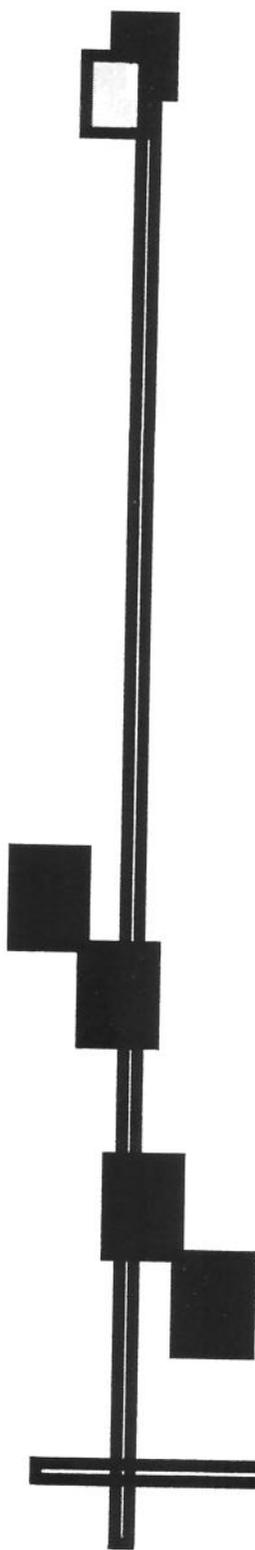
O grupo 1 apresentava-se com as aderências intactas ao redor da linha de sutura do segmento de alça durante os testes mecânicos, enquanto que no grupo 2, as aderências foram removidas das anastomoses antes de serem submetidas aos testes mecânicos e por fim, o grupo 3, foi caracterizado com a ausência das aderências na anastomose em função da proteção pela película de polivinilcloro (P.V.C.).

No quinto dia pós-operatório, o teste mecânico pressão de ruptura à distensão por líquido foi realizado em 10 animais do grupo 1 (subgrupo 1.1), 10 animais do grupo 2 (subgrupo 2.1) e 10 animais do grupo 3 (subgrupo 3.1). O mesmo procedimento foi realizado para os testes mecânicos força de ruptura à tração (subgrupos 1.2, 2.2, 3.2) e tensão resultante final de ruptura à tração (subgrupos 1.3, 2.3, 3.3).

As avaliações e análises obtidas dos resultados deste trabalho, permitem concluir que:

1. As aderências abdominais influenciaram no desenvolvimento do aumento da resistência das anastomoses cólicas, em rato, no quinto dia de pós-operatório.

2. O grupo 3, cuja característica era a ausência de aderências ao redor da linha de sutura pela proteção de P.V.C., apesar dos valores de resistência mecânica das anastomoses serem inferiores em relação aos outros grupos, foram igualmente seguros até o quinto dia de pós-operatório, já que nenhum animal apresentou deiscência anastomótica.
3. O teste mecânico pressão de ruptura à distensão segue o mesmo comportamento no quinto dia pós-operatório em relação à força de ruptura à tração e em relação ao teste tensão resultante final de ruptura à tração apesar de apresentarem características físicos-mecânicos diferentes.
4. O teste mecânico biaxial tensão resultante final de ruptura à tração é válido para o estudo da resistência de anastomoses cólicas em ratos no quinto dia pós-operatório.



1. INTRODUÇÃO

Os fundamentos da cicatrização intestinal têm sido amplamente estudados tanto em observações clínicas quanto em trabalhos experimentais pois ela pode repercutir de forma importante nos índices de morbidade e mortalidade.

Esses conhecimentos, adquiridos gradualmente, contribuíram para o estabelecimento de muitos conceitos que são utilizados no cotidiano clínico e também como suporte básico para novos estudos. Porém, muitas dúvidas e controvérsias ainda permanecem nesse tema tão vasto.

As linhas de pesquisas no campo da cicatrização intestinal apresentam-se bastante diversificadas, cada qual com sua importância, enfocando particularidades desse processo e seu comportamento frente à variáveis diversas.

Por muito tempo, as linhas de pesquisa mais estudadas foram as interferências das técnicas cirúrgicas e dos fios de sutura sobre as propriedades da reparação tecidual.

Muitos trabalhos nacionais e internacionais foram realizados com enfoque sobre essas ações, trazendo resultados bastante significativos e estabelecendo conceitos para melhor aplicação e definição das técnicas e materiais cirúrgicos empregados atualmente.

O grande conjunto de trabalhos relacionados às técnicas cirúrgicas é representado pelas repercussões das diferentes variedades de sutura na cicatrização das anastomoses intestinais (MANTOVANI et al, 1976; JIBORN et al., 1978a; LORD et al., 1978; JIBORN et al., 1980a; KOBAYASI & MENDES, 1982; BALLANTYNE, 1983; KHOURY & WAXMANN, 1983; HOUDART et al., 1985; HARDER & VOGELBACH, 1988; NARESSE, 1990 e AMARAL, 1997), nas avaliações das diferentes camadas intestinais incluídas nas suturas e pela forma de justaposição das bordas cirúrgicas (GAMBEE, 1956; GOLIGHER et al., 1970a; ABRAMOWITZ & BUTCHER, 1971; LEONARDI, 1973; APRILLI et al., 1975; EVERETT, 1975; MANTOVANI et al., 1976; KOBAYASI & MENDES, 1981; BRENNAN et al., 1982; FAGUNDES, 1990 e SANTOS Jr, 1998).

Nas últimas décadas, com o avanço da tecnologia, surgiram elementos para substituírem os fios de sutura na realização das anastomoses, como por exemplo os grampos metálicos (RAVITCH et al., 1981; QUILICI, 1988 e JANSSON et al., 1991), os adesivos à base de fibrinas (LINDENBERG et al., 1985; HJORTTRUP et al., 1986; BIONDO-SIMÕES

et al., 1992 e LEITE et al, 1994), os adesivos não biológicos (KIRKEGAARD et al., 1980 e INÁCIO et al., 1987), as colas de colágeno (MEDEIROS et al., 1990), os anéis (HARDY et al, 1985; ROSSATI et al., 1988 e BUBRICK et al., 1991) e as próteses endoluminais (RAVO et al, 1988 e PORTO, 1991).

Esforços também têm sido direcionados para pesquisas no campo dos efeitos das substâncias farmacológicas sobre o processo de cicatrização intestinal. Essas pesquisas estão relacionadas principalmente à ação dos antibióticos (COHEN et al., 1985 e HERSHEY et al., 1987), antiinflamatórios hormonais (MANTOVANI et al., 1979; MARTINS et al., 1992 e FURST et al., 1994) e não hormonais (SOUZA et al., 1991; CALI, et al., 1993 e MINOSSI, 1995), antineoplásicos (YAZDI et al., 1998) e radicais superóxidos (FERGUSON, 1982; SHANDALL et al., 1996 e GARCIA et al., 1998).

Além dessas substâncias acima, estudaram-se condições de adversidades como o trauma (IRVIN & HUNT, 1974), o diabetes melito (GOODSON & HUNT, 1978), a infecção (RAVO et al., 1988; e NARESSE, 1990) e a isquemia (MANTOVANI et al, 1979) no processo de cicatrização.

Muitos parâmetros de medições foram realizados nos modelos experimentais com a finalidade de avaliar e analisar as características das fases de cicatrização das anastomoses intestinais. Esses foram representados pelos métodos de observação clínica (LIMJOCO, 1974), testes de resistência mecânica das anastomoses como a pressão de ruptura (CARRIL, 1970; JIBORN et al, 1978a; HENDRICKS & MASTBOOM, 1990; SOUZA et al, 1991; MARTINS et al., 1992; CHRISTENSEN et al., 1993 e GARCIA et al., 1998), tensão de ruptura à pressão (NELSEN & ANDERS, 1966 e GARCIA-OLMO, et al., 1996), força de ruptura à tração (JIBORN et al, 1978b e NARESSE, 1990), parâmetros angiográficos (ABRAMOWITZ & ALISTER, 1969), micro-angiográficos (HOUDART et al., 1985), radiológicos (GOLIGHER et al., 1970b e WHELESS & SMITH, 1983), histológicos (MANTOVANI, 1979; MEDEIROS, 1982 e FAGUNDES, 1990), microscopia eletrônica (MILLIGAN & RAFTERY, 1974 e MANTOVANI, 1978), bioquímicos (JIBORN et al., 1980b e NARESSE, 1990) e biomecânicos (FUNG, Y.C., 1967; FORRESTER, J.C. 1973 e NIERI, 1999).

Todos os parâmetros de avaliação de anastomoses intestinais são passíveis de críticas, pois a quantificação e qualificação da sua resistência é bastante complexa em função das análises serem feitas em materiais biológicas. Por essa razão, muitos métodos foram idealizados na tentativa de minimizar esses fatores que podem tornar os resultados menos fidedignos.

Além disso, verifica-se na prática cirúrgica, presença de um fenômeno que origina-se concomitantemente à evolução do processo de cicatrização das anastomoses intestinais, a formação de aderências, e estas estruturas, podem levar à modificações e variações no curso biológico da reparação tecidual sobre a linha de sutura (JOHNSON & WHITTING, 1962; BUCKMAN et al., 1976a; BUCKMAN et al., 1976b e ELLIS, 1982).

Sendo assim, a formação de aderências na linha anastomótica representa um dos fatores que mais interfere sobre os resultados das pesquisa no campo da cicatrização. A qualidade da anastomose irá depender da intensidade desse fenômeno.

As aderências peritoneais é a causa mais freqüente de obstrução intestinal de origem mecânica e aproximadamente um terço de todas as obstruções intestinais são decorrentes dessas estruturas (ELLIS, 1962; WEIBEL & MAJNO, 1973; McENTEE et al, 1987; MUCHA, 1987; CHEADLE et al., 1988; SCOTT-COOMBES et al., 1993 e deCHERNEY & diZEREGA, 1997), mas em contra-partida, apesar desse efeito adverso, acredita-se que as aderências sejam benéficas para as anastomoses.

Esses aspectos benéficos e protetores das aderências da cavidade abdominal sobre as anastomoses intestinais são caracterizados pela diminuição de necrose em alças isquêmicas (MYLLARNIEMI & KARPPINEN, 1968 e ELLIS, 1971), vedação das falhas na linha de anastomose e aumento na capacidade de drenagem linfática (CANALIS & RAVICTH, 1968; ELLIS, 1971; LANTER & MASON, 1979 e CHRISTEN & BUCKMAN, 1991). Dentre as estruturas intraperitoneais, o grande omento assume o papel mais importante na realização dessas funções, principalmente no que se refere ao processo de re-vascularização de regiões isquêmicas conferindo significativa proteção às anastomoses intestinais com comprometimento vascular.

McLACHLIN et al. (1973) estudaram anastomoses em segmentos intestinais desprovidas de vascularização em extensão de 10 centímetros, realizadas em cães. Os resultados obtidos apresentaram baixos índices de deiscências quando esses segmentos foram envolvidos pelo grande omento, e quando essa estrutura era fixada na parede anterior gástrica, os índices de deiscência e mortalidade aumentaram. ADAMS et al (1992) investigaram o efeito do omento na cicatrização de anastomoses com vascularização comprometida em ratos, e os resultados demonstraram que essa estrutura apresenta ação protetora, diminuindo os índices de deiscência. Outras estruturas pertencentes à cavidade abdominal ainda carecem de mais estudos.

Por muito tempo as pesquisas se embasaram no princípio de que a gênese das aderências é decorrente da integridade do endotélio peritoneal, que se destruído, aderências persistentes serão formadas.

Um trabalho clássico nessa área desenvolvido por von DEMBOWSKI (1888)¹ demonstrou em cães que as aderências não são produzidas experimentalmente por excisões ou abrasões feitas no peritônio visceral desde que essa lesão não entre em contato com a incisão abdominal. Sob essa mesma linha de pesquisa, outros trabalhos têm ratificado esses resultados e além disso, mostrado que as aderências somente foram vistas no local onde o peritônio foi submetido à sutura (ROBBINS et al., 1949; TRIMPI & BACON, 1952 e WILLIANS, 1955). Outras pesquisas demonstraram maior formação de aderências não somente nas linhas de sutura, mas também, nas áreas onde o peritônio traumatizado sofreu reparos, tanto de retalhos peritoneais livre (SINGLETON et al., 1952), quanto de plicaturas (THOMAS & RHOADS, 1950). Sendo assim, sugeriu-se que a isquemia tecidual subsequente às suturas, plicaturas e retalhos peritoneais, representava significativa estímulo sobre o desenvolvimento das aderências permanentes (ELLIS, 1978).

Tecidos isquêmicos não são os únicos fatores que estimulam o processo de formação das aderências, outras estruturas também contribuem para este fim como o talco, fios de

¹ von DEMBOWSKI, T. - Ueber die Ursachen der Peritonealen Adhäsionen nach chirurgischen Eingriffen mit Rücksicht auf die Frage des Ileus nach Laparotomien. Arch. Klin. Chir., 37: 745, 1888 *apud* Ellis, H., 1971, p. 497.

sutura, gazes e secreções biliares, os quais também provocam reações teciduais inflamatórias do tipo corpo estranho acentuando assim a formação de aderências (McCORMICK & RAMSEY, 1941 e WALKER, 1978).

Postulou-se dessa forma uma base fisiológica na tentativa de explicar o fenômeno de formação das aderências. No princípio, à partir das observações, alguns pesquisadores supuseram que a cicatrização de defeitos peritoneais são iniciadas pelo tecido conectivo logo abaixo da área lesionada (WILLIAMS, 1955), enquanto outros autores postularam que a reparação é feita pela inserção de células livres mesoteliais nas superfícies traumatizadas, nas quais a origem dessas células seria decorrente da transformação de macrófagos e monócitos (JOHNSON & WHITTING, 1962 e BRIDGES & WHITTING, 1964).

Atualmente uma das propostas para a base fisiopatológica seria que após injúria, inflamação e outras irritações no peritônio, pequenos vasos sofrem processo de dilatação e aumento da sua permeabilidade causando a formação de exsudação serosanguinolenta. Um filme de fibrina é então formado pelo processo de coagulação e posteriormente são formadas as aderências. Em um período de poucos dias, grande parte das aderências desaparecem, mas algumas dessas estruturas organizam-se e transformam-se em cordões fibrosos pela migração de fibroblastos e fenômenos de capilarização.

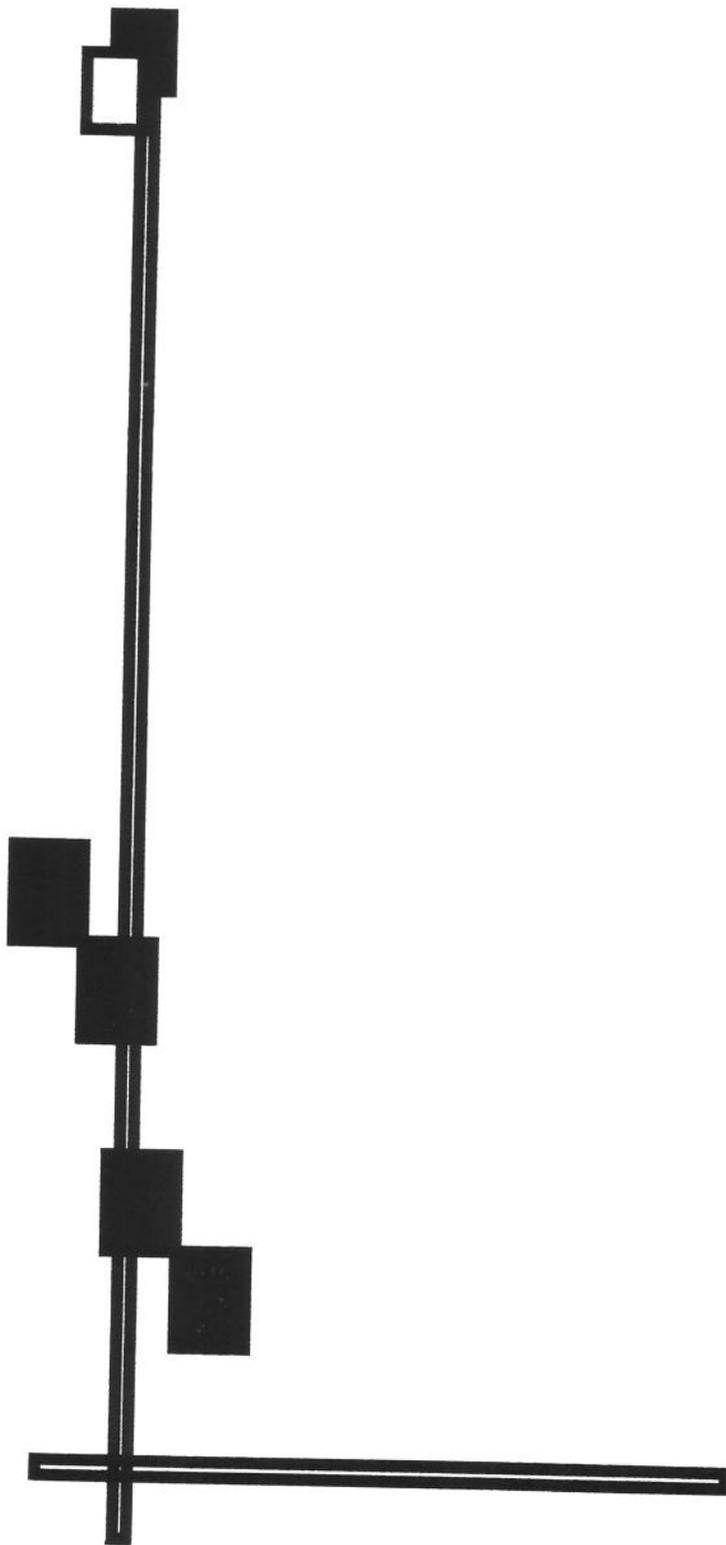
A reabsorção ou não das aderências deve-se à capacidade fibrinolítica do peritônio sob a deflagração da cascata plasminogênio-plasmina.

Uma comparação entre a capacidade fibrinolítica de áreas com o peritônio intacto e peritônio removido, mostrou que não ocorreu redução significativa quanto à formação de aderências, mas em áreas nas quais foram realizadas as suturas, uma profunda diminuição da fibrinólise foi notada, dando origem às aderências permanentes (BUCKMAN et al., 1976a e BUCKMAN et al., 1976b). Em biópsias de peritônio humano com processo inflamatório e isquêmico, demonstrou que capacidade de ativação do plasminogênio também tiveram significantes supressões em relação ao peritônio normal (THOMPSON et al., 1989). Sendo assim, a fibrina que é formada após a injúria peritoneal, não sofrendo reabsorção, organiza-se para formar as aderências permanentes.

Os resultados da avaliação da qualidade de uma anastomose são frequentemente analisados conjuntamente com a presença de aderências. Em algumas pesquisas, as aderências são mantidas na linha de sutura ou são feitas as retiradas dessas estruturas antes da anastomose ser submetida à avaliação, enquanto em outros trabalhos, não fica claro se as aderências foram removidas ou não (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990).

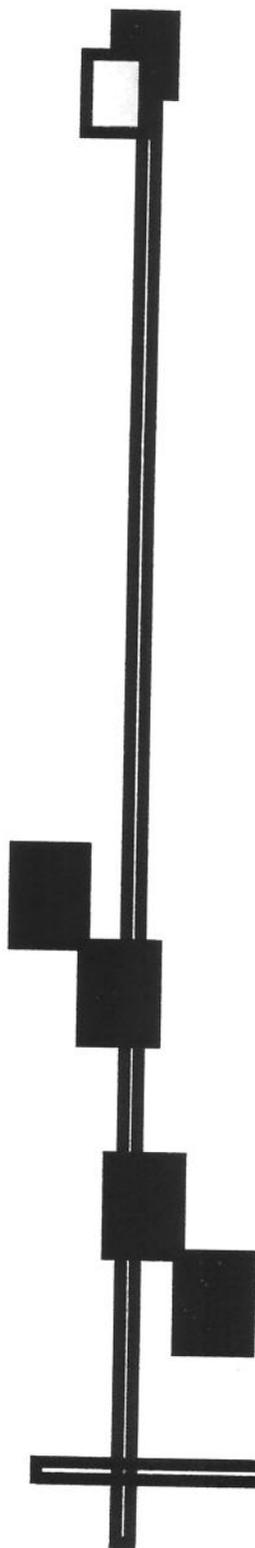
As aderências formadas em torno de uma anastomose são muito variáveis. Essas variações dependem dos diferentes tipos de estruturas que compõem o complexo aderência-anastomose e do envolvimento parcial ou completo da linha anastomótica (GARCIA-OLMO et al., 1996). Em função disso, contexto de variabilidade extensa é originado, dificultando as análises dos resultados.

Assim sendo, tem interesse a avaliação da qualidade de uma anastomose intestinal, considerando a presença ou não de aderências ao seu redor. Para a realização dessa análise, foi utilizado os testes de resistência mecânica uniaxiais pressão de ruptura à distensão e força de ruptura à tração e outro teste de resistência mecânica biaxial, a tensão resultante final de ruptura à tração.



2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é analisar a ação de aderências em anastomoses do cólon descendente de ratos por meio de testes de resistência uniaxiais, a pressão de ruptura à distensão por líquido e a força de ruptura à tração, assim como, a introdução de um método de teste de resistência com característica biaxial, a tensão resultante final de ruptura à tração.



3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 - LOCAL DE EXPERIMENTAÇÃO

Os experimentos foram realizados no Núcleo de Cirurgia Experimental da UNICAMP, na sala de Técnica Cirúrgica. Os animais foram alojados no Biotério do Núcleo de Cirurgia, em sala fechada e sob a ação de luz artificial por um período de 12 horas ao dia. A temperatura e umidade foram as mesmas do ambiente geral.

A contenção dos ratos foi realizada em gaiolas específicas, com cinco animais em cada uma delas.

Nas 24 horas que precediam as cirurgias, a ração foi suspensa, mas manteve-se livre o suprimento de água em todas as fases.

A ração comercial utilizada foi da marca NUVILAB-CR1® (NUVITAL NUTRIENTES Ltda).

3.2 - ANIMAIS UTILIZADOS

Foram utilizados 90 ratos (*Rattus norvegicus albinus*, *Rodentia mammalia*) da linhagem Wistar, machos, com peso variando de 270 a 320 gramas, idade aproximada de 45 dias, criados sob condições ambientais e alimentares semelhantes e provenientes do Biotério Central da UNICAMP (CEMIB).

3.3 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os 90 animais foram separados aleatoriamente em três grupos, sendo que cada grupo foi constituído da seguinte forma:

Grupo 1 - Trinta animais com as aderências deixadas intactas ao redor das anastomoses, como fisiologicamente se formaram e assim avaliados nos testes de resistência mecânica (aderências intactas).

Grupo 2 - Trinta animais com as aderências formadas fisiologicamente sendo removidas das linhas de sutura antes de serem avaliados pelos mesmos testes (aderências removidas).

Grupo 3 - Trinta animais caracterizados pelo fato de as aderências terem sido impedidas de se formarem ao redor das anastomoses, pela colocação de película de polivinilcloreto (P.V.C.) sobre as linhas de suturas (ausência de aderências).

Por sua vez, cada grupo foi subdividido em outros três, totalizando 9 subgrupos com 10 ratos cada um. Esses subgrupos foram distribuídos de acordo com os testes de resistência mecânica a que seriam submetidos e estão representados abaixo:

- **Subgrupo 1.1** - Dez animais com aderências deixadas intactas e submetidos ao teste mecânico pressão de ruptura à distensão.
- **Subgrupo 1.2** - Dez animais com aderências deixadas intactas e submetidos ao teste mecânico força de ruptura à tração.
- **Subgrupo 1.3** - Dez animais com aderências deixadas intactas e submetidos ao teste mecânico tensão resultante final de ruptura à tração.
- **Subgrupo 2.1** - Dez animais com aderências formadas fisiologicamente e removidas das linhas de sutura antes de serem submetidos ao teste mecânico pressão de ruptura à distensão.
- **Subgrupo 2.2** - Dez animais com aderências formadas fisiologicamente e removidas das linhas de sutura antes de serem submetidos ao teste mecânico força de ruptura à tração.
- **Subgrupo 2.3** - Dez animais com aderências formadas fisiologicamente e removidas das linhas de sutura antes de serem submetidos ao teste mecânico tensão resultante final de ruptura à tração.
- **Subgrupo 3.1** - Dez animais com impedimento da formação de aderência nas anastomoses pela proteção das películas de polivinilcloreto (P.V.C.) e submetidas ao teste mecânico pressão de ruptura à distensão.
- **Subgrupo 3.2** - Dez animais com impedimento da formação de aderências nas anastomoses pela proteção das películas de polivinilcloreto (P.V.C.) e submetido ao teste mecânico força de ruptura à tração.

- **Subgrupo 3.3** - Dez animais com impedimento da formação de aderências nas anastomoses pela proteção das películas de polivinilcloreto (P.V.C.) e submetidos ao teste mecânico tensão resultante final de ruptura à tração.

O dia cirúrgico para cada um dos 9 subgrupos foi determinado por sorteio. No quinto dia pós-operatório os animais foram submetidos aos testes mecânicos, pressão de ruptura à distensão, força de ruptura à tração e tensão resultante final de ruptura à tração. Também foram avaliados clinicamente, além da inspeção macroscópica de cavidade peritoneal.

3.4 - ETAPAS EXPERIMENTAIS

As etapas experimentais foram delineadas de acordo com a seqüência a seguir:

- 3.4.1 - Preparo do material de proteção da linha anastomótica do cólon
- 3.4.2 - Anestesia
- 3.4.3 - Procedimento cirúrgico
- 3.4.4 - Observação dos aspectos clínicos dos animais no pós-operatório
- 3.4.5 - Sacrifício do animal experimental e avaliação macroscópica da cavidade peritoneal
- 3.4.6 - Retirada e limpeza da alça cólica
- 3.4.7 - Estudo dos parâmetros mecânicos (pressão de ruptura à distensão, força de ruptura à tração e tensão resultante final de ruptura à tração)
- 3.4.8 - Análise estatística

Especificação das etapas:

3.4.1 - PREPARO DO MATERIAL DE PROTEÇÃO DE P.V.C. DA LINHA ANASTOMÓTICA DO CÓLON

A película de proteção empregada na linha anastomótica dos animais pertencentes ao grupo 3 foi o material polivinilcloreto (P.V.C.), usado como recipiente de soluções

fisiológicas da empresa Baxter Healthcare Cooperation. Desse recipiente, era recortado um fragmento em forma quadrado e mergulhado em soro fisiológico à temperatura ambiente. Posteriormente, foram posicionados sobre a linha de sutura com o intuito de impedir a formação das aderências ao redor das anastomoses (Figura 1).



Figura 1 - Película de P.V.C., em forma de quadrado, pronta para o posicionamento e fixação sobre a anastomose.

3.4.2 - ANESTESIA

Os animais foram submetidos à anestesia pela via venosa, por meio de punção da veia caudal com "scalp" número 13. O anestésico utilizado foi pentobarbital sódico a três por cento (Hypnol-Fontoveter®), diluído em solução fisiológica resultando em cinco miligramas por mililitro. A dose empregada foi de 30 miligramas por quilo, aplicada pela seringa de plástico de cinco mililitros, de marca Nipro ®.

O plano anestésico foi determinado pelos seguintes parâmetros clínicos:

- **Reflexos respiratórios:** caracterizado pelo aspecto regular e superficial

- **Tonicidade muscular:** caracterizada pela flacidez da musculatura esquelética

Manteve-se o "scalp" fixado na veia caudal do animal, acoplado à seringa com pentobarbital, para eventual necessidade de manutenção do plano anestésico (Figura 2).



Figura 2 - Cateter posicionado na veia da cauda do rato e conectado à seringa com a substância anestésica.

3.4.3 - PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

Todos os animais foram operados pelo autor, sendo utilizada a mesma técnica e instrumental cirúrgico (Figura 3) .

O procedimento cirúrgico foi dividido em duas fases:

- **Primeira fase:** procedimento semelhante para todos os grupos
- **Segunda fase:** procedimentos específicos para cada grupo

3.4.3.1 - PRIMEIRA FASE

A primeira fase foi realizada seguindo os procedimentos abaixo:

- Animal em jejum de ração por um período de 24 horas antes do procedimento cirúrgico
- Pesagem do animal
- Procedimento anestésico
- Anti-sepsia da área cirúrgica, com álcool iodado a dois por cento, após tricotomia da parede abdominal anterior
- Colocação do animal em prancheta cirúrgica apropriada, na posição de decúbito dorsal e fixação dos membros (Figura 4)
- Colocação de campo fenestrado (Figura 5)
- Incisão mediana, de quatro centímetros, por planos, até à cavidade peritoneal (Figura 6)
- Colocação de afastador tipo Gosset
- Retirada cuidadosa das alças intestinais, primeiro o ceco e depois o delgado, repousando-os em gazes umedificadas por solução fisiológica
- Delimitação do local a ser realizada a anastomose, dois centímetros e meio da reflexão peritoneal, com o uso de paquímetro
- Na grande parte das vezes não foram encontradas fezes na região delimitada para a confecção da anastomose, porém, quando presentes, apresentavam-se em pequenas quantidades e por malaxação cuidadosa eram deslocadas para porção distal
- Secção transversal do cólon com tesoura de íris no local demarcado e proteção de gazes esterilizadas em ambos os lados
- Feitura das anastomoses, término-terminais. Inicialmente eram dados pontos de reparo, um na borda mesocólica e outra na borda anti-mesocólica (Figura 7). Em seguida era

realizada a anastomose (Figuras 8 e Figura 9). Utilizou-se fio não absorvível, polipropileno, oito zeros, monofilamentar, munido de agulha cilíndrica de seis milímetros e três décimos (Prolene ®). Foram dados pontos separados, seromusculares, extra-mucosos com justaposição das bordas.

Os instrumentos cirúrgicos utilizados na confecção das anastomoses não foram esterilizados, porém lavados e mergulhados em solução de álcool a 70 por cento durante período de 30 minutos, e posteriormente secos em compressa limpa. Após o término de cada procedimento cirúrgico, o instrumental era lavado e mergulhado novamente em solução de álcool a 70 por cento repetindo-se o mesmo processo anterior (Figura 3).

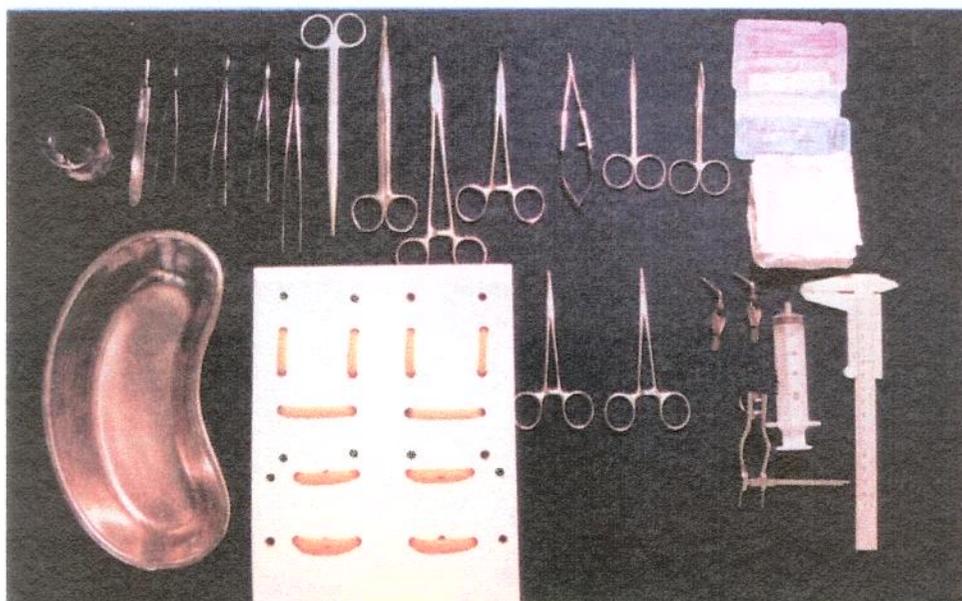


Figura 3 - Material cirúrgico utilizado nos procedimentos operatórios.



Figura 4 - Animal posicionado em prancheta cirúrgica.

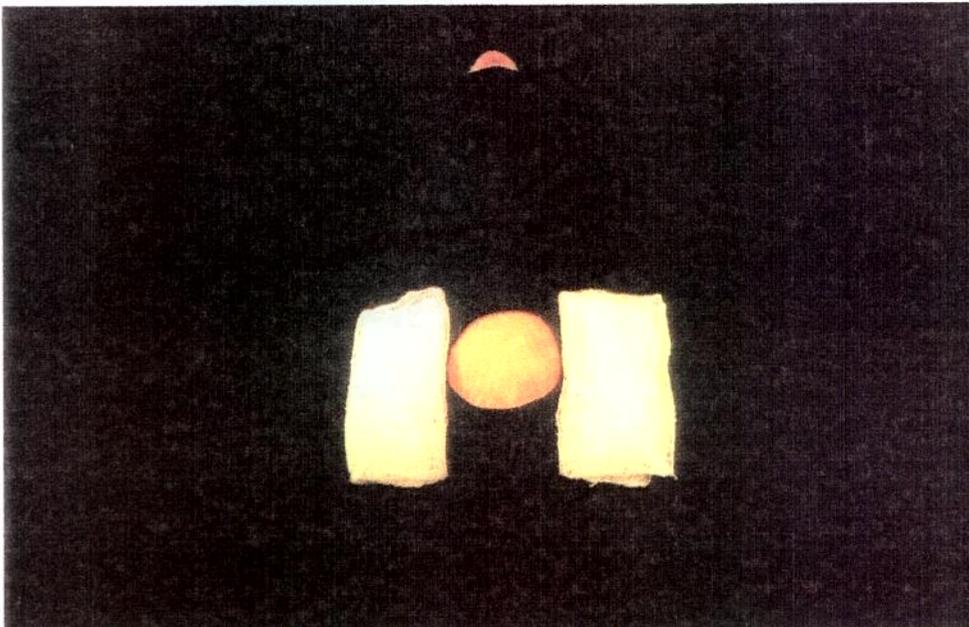


Figura 5 - Colocação de campo cirúrgico.

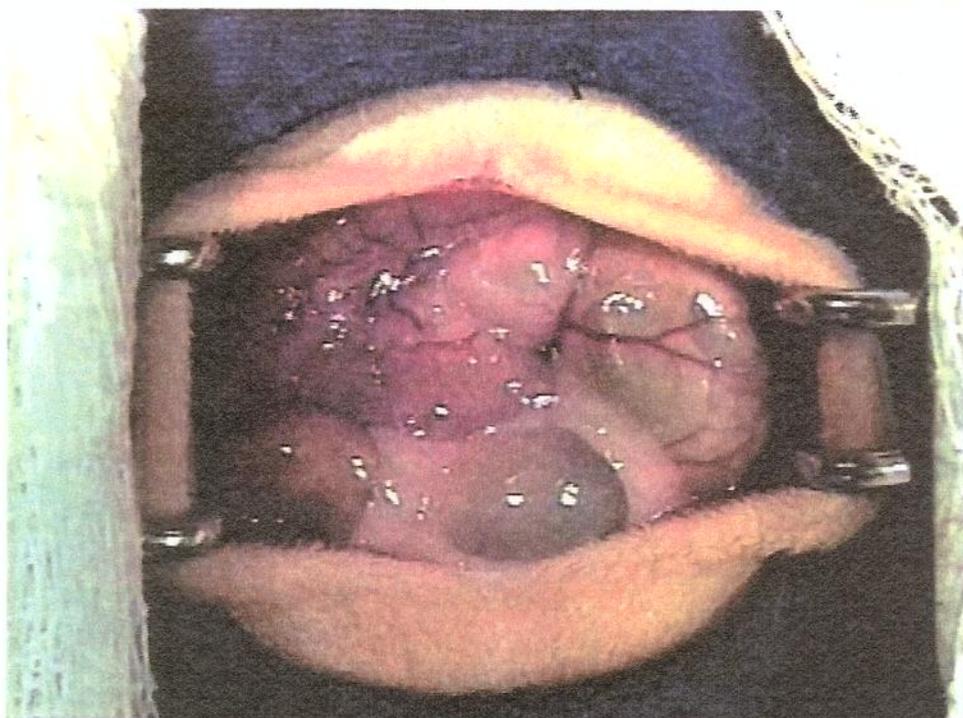
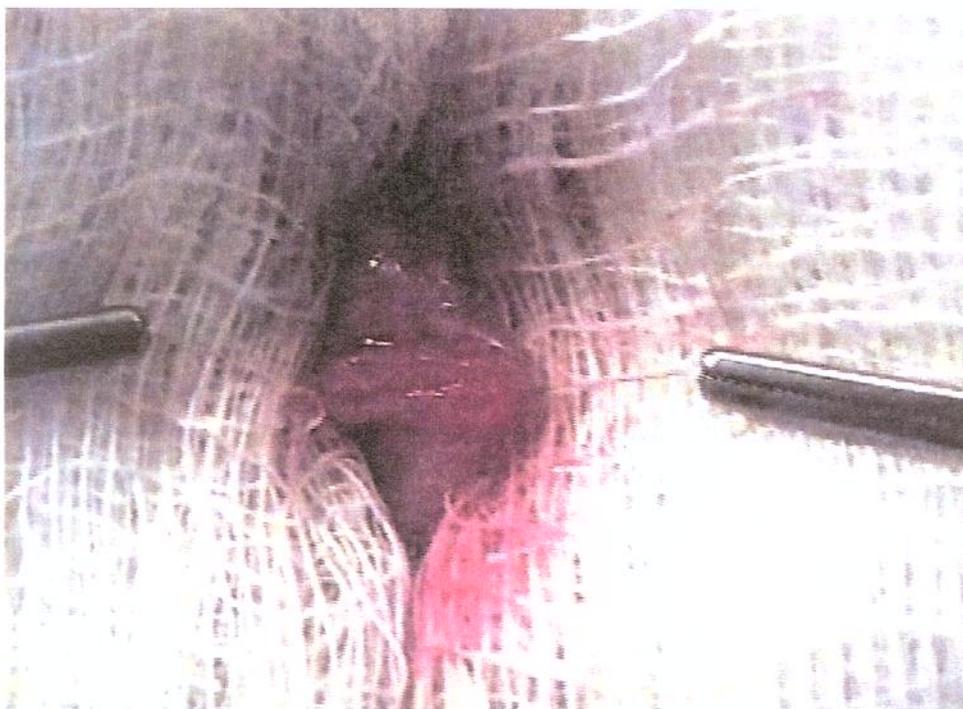


Figura 6 - Cavidade abdominal exposta após abertura por planos.



**Figura 7 - Reparo das extremidades mesocólica e anti-mesocólica.
Início da anastomose.**

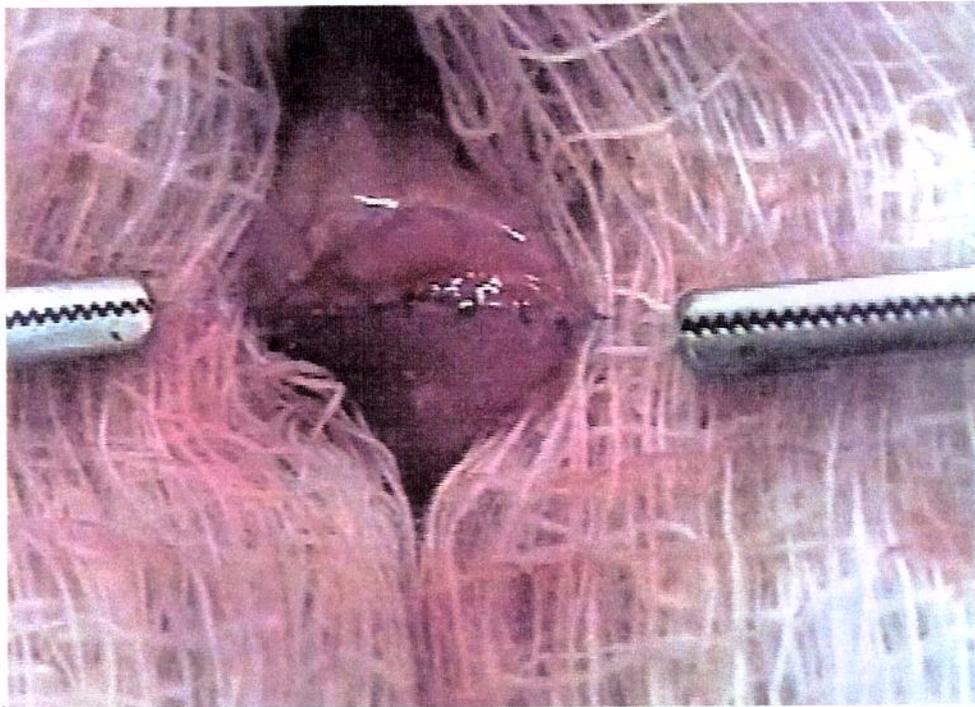


Figura 8 - Sutura da metade anterior da anastomose.

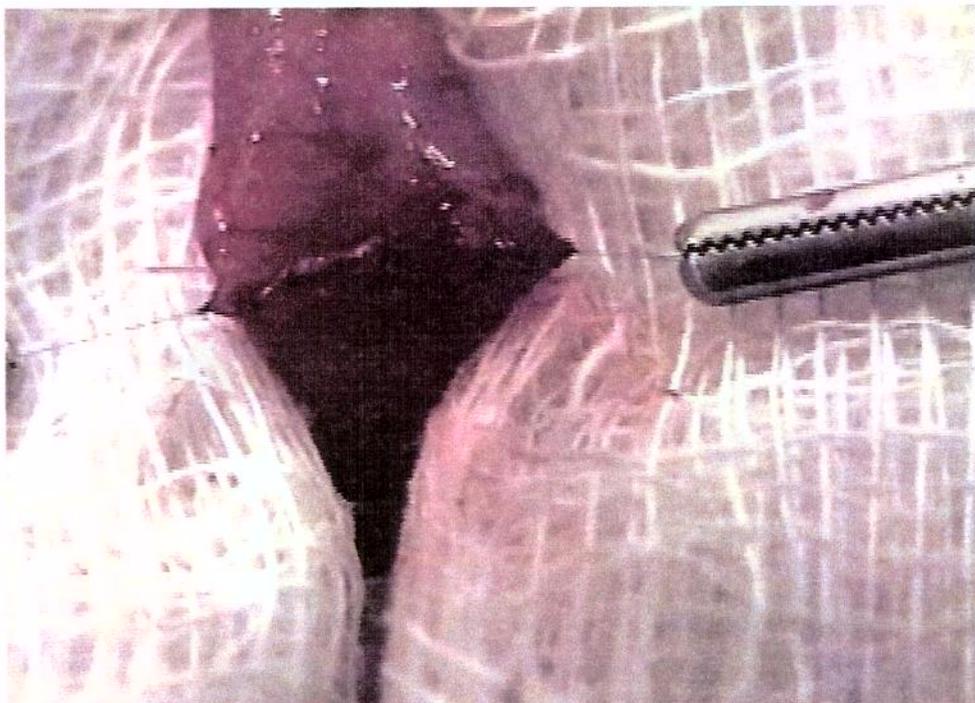


Figura 9 - Sutura da metade posterior da anastomose.

3.4.3.2 - SEGUNDA FASE

Grupo das aderências deixadas intactas (Grupo 1)

Após o término da confecção da anastomose, as alças intestinais eram novamente posicionadas dentro da cavidade abdominal com a adição de cinco mililitros de solução fisiológica para auxiliar na re-hidratação do animal. Após esses procedimentos, a cavidade era fechada em dois planos:

- O primeiro plano consistiu na síntese do peritônio, da camada muscular e da aponeurose por meio de sutura contínua, ancorada, com o fio de poliglactina, três zeros e agulha gastrointestinal dois centímetros e meio (Polivycril®) (Figura 10).

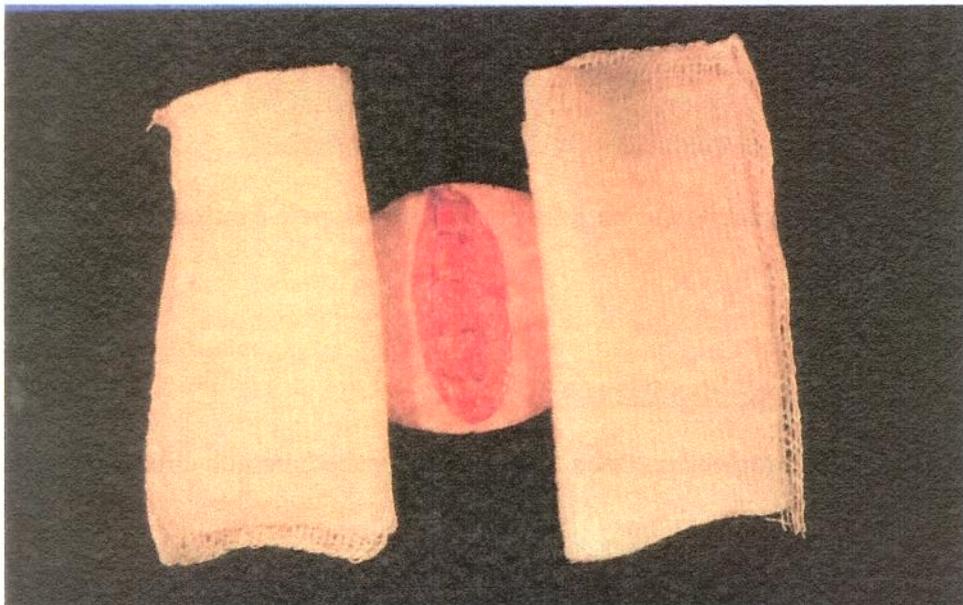


Figura 10 - Fechamento da cavidade abdominal. Primeiro plano (sutura do peritônio, camada muscular e aponeurose).

- O segundo plano de sutura consistiu de pele e subcutâneo, com pontos simples, separados, de fio de poliglactina dois zeros, com agulha gastrointestinal de três

centímetros e meio (Polivycril ®) (Figura 11).

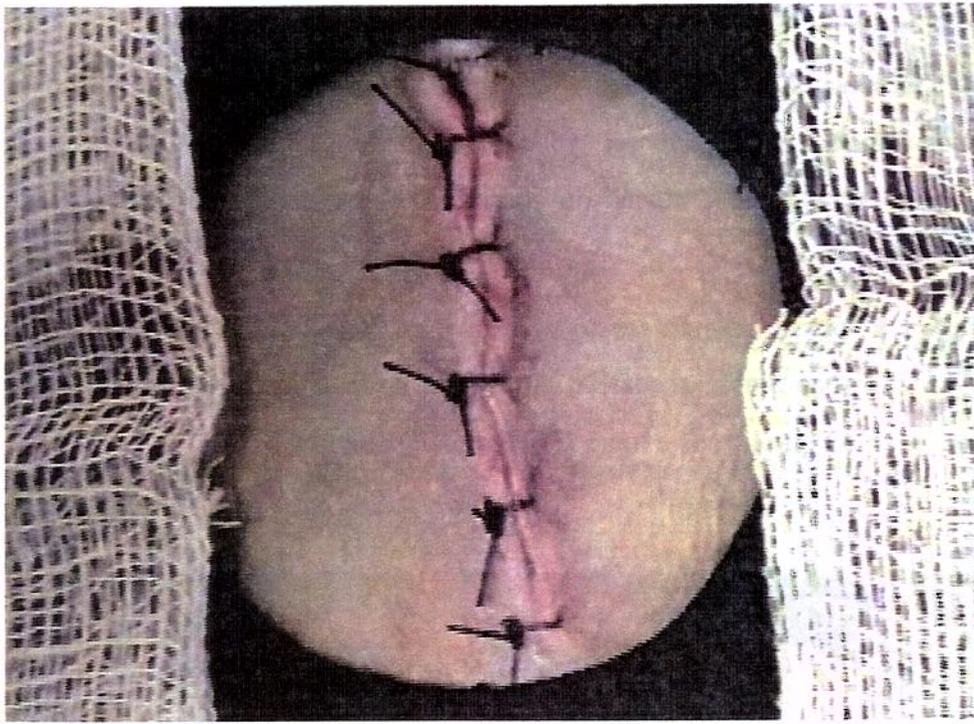


Figura 11 - Fechamento da parede. Sutura da pele e subcutâneo.

Grupo das aderências removidas (Grupo 2)

Esses subgrupos foram submetidos aos mesmos procedimentos cirúrgicos realizados no grupo 1.

Grupo sem formação de aderências - proteção com P.V.C. (Grupo 3)

Foi preparada uma película de polivinilcloro com a conformação de quadrado cujos lados mediam dois centímetros e que era mergulhada em solução fisiológica para facilitar o manuseio. Um dos lados foi suturado à direita, no mesocólon, com três pontos de fio de polipropileno, sete zeros, monofilamentar, agulha cardiovascular de um centímetro

(Prolene®), sendo que o ponto intermediário situou-se ao nível anastomótica e os outros dois nas extremidades da película de P.V.C. (Figura 12).

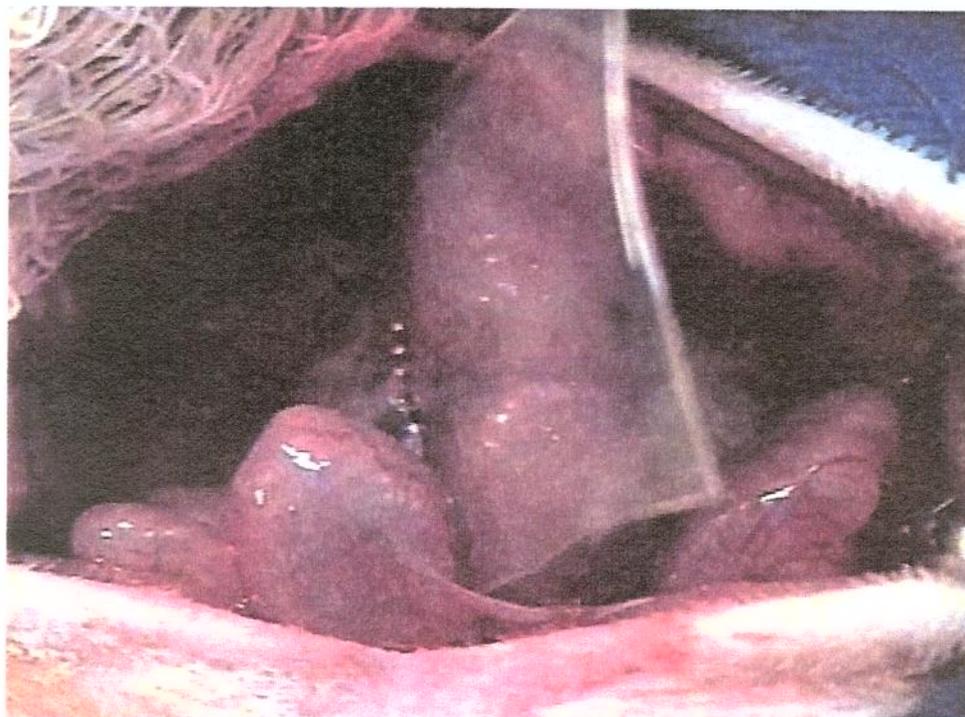


Figura 12 - Fixação de um dos lados da película de P.V.C.

O lado oposto foi também fixado com três pontos do mesmo fio cirúrgico, no músculo íleo-lombar esquerdo e seguindo o mesmo nível correspondente aos pontos do lado direito.

A película de proteção fixada, repousava sem promover compressão sobre o segmento do colón contendo a anastomose (Figura 13).

Após esse procedimento, fixou-se o grande omento na parede gástrica anterior com o mesmo fio de polipropileno, sete zeros.

O tecido adiposo do cordão espermático era ressecado bilateralmente após a ligadura em sua base por fio de algodão, três zeros, não agulhado. Fixaram-se os epidídimos nos

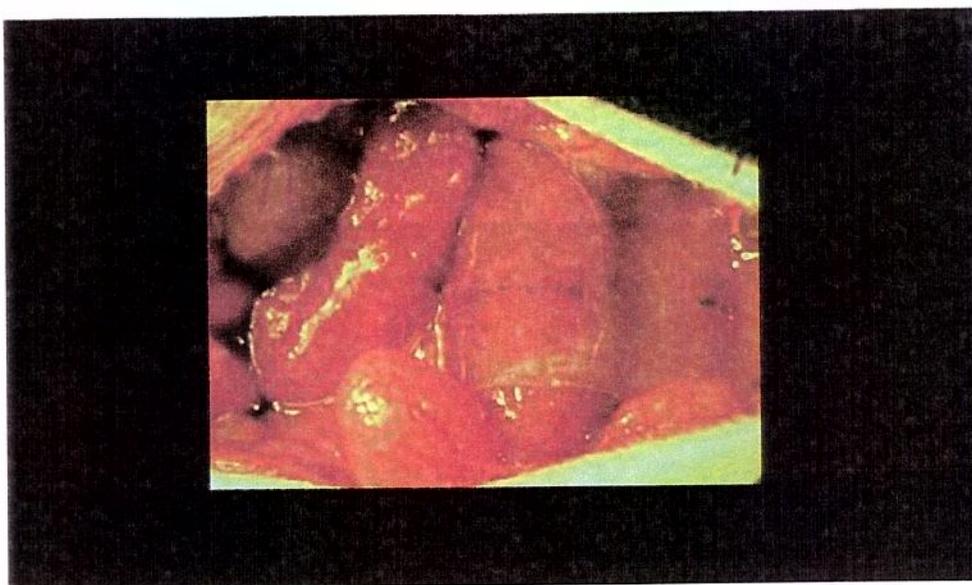


Figura 13 - Película de P.V.C. fixada sem promover compressão do cólon.

músculos da parede abdominal do lado correspondente com fio de polipropileno sete zeros (Prolene®).

Realizados esses procedimentos, as alças intestinais eram recolocadas e adequadamente posicionadas dentro do abdômen e em seguida instilou-se cinco mililitros de solução fisiológica na cavidade abdominal. A parede foi fechada segundo a técnica descrita anteriormente.

3.4.4 - OBSERVAÇÃO DOS ASPECTOS CLÍNICOS DOS ANIMAIS NO PÓS-OPERATÓRIO

Após o procedimento cirúrgico, os animais foram colocados em gaiolas de contenção e aquecidos com luz artificial, tomando-se os cuidados necessários quanto à proteção dos olhos. Foram observados até o completo despertar, tomando-se precauções quanto à frequência respiratória e temperatura. Quando os ratos estavam refeitos da anestesia, receberam ração e água.

Durante os cinco dias seguintes ao ato cirúrgico, os aspectos clínicos abaixo relacionados foram observados:

- Ingestão de alimentos
- Aspectos da cicatrização
- Peso
- Distensão abdominal
- Morfologia das fezes

3.4.5 - SACRIFÍCIO DOS ANIMAIS E AVALIAÇÃO DA CAVIDADE ABDOMINAL

O sacrifício dos animais foi realizado no quinto dia pós-operatório com dose letal de tiopental sódico a três por cento, na veia da cauda através de "scalp" número 13. Após, a cavidade abdominal era aberta por duas incisões perpendiculares entre si, cruzando-se no ponto médio da parede abdominal.

Após esse procedimento, as características das cavidades abdominais e das linhas de sutura foram avaliadas para a detecção da presença ou não de aderências, do aspecto inflamatório e infeccioso.

3.4.6 - LIMPEZA E PROCESSAMENTO DA ALÇA CÓLICA

Logo após a avaliação da cavidade abdominal, um segmento de cólon de cinco centímetros de comprimento, contendo a anastomose no seu ponto médio, era retirado.

Essa alça era submetido à limpeza cuidadosa do lúmen. Quando encontradas fezes, movimentos suaves de malaxação digital eram realizados para retirá-las sem nenhum contato com a área anastomótica. Aquelas encontradas próximas à linha de sutura, primeiramente, foram amolecidas por infusão lenta de solução fisiológica através de uma seringa conectada a cateter de "teflon" para infusão intravenosa número 18 (BECKSON DICKINSON VASCULAR ACSSES) e posteriormente os fragmentos eram removidos por meio de instilação pela mesma solução. Após limpeza do conteúdo intraluminal, os segmentos de alça sofreram os procedimentos associados a cada grupo:

- **Grupo das aderências intactas** - as aderências em torno da anastomose foram mantidas na mesma forma em que foram encontradas, ou seja, em bloco (Figura 14).
- **Grupo das aderências removidas** - as aderências foram removidas da anastomose com o menor trauma possível, sem movimentos de divulsão, utilizando-se tesoura de íris (Figura 15).
- **Grupo das anastomoses sem aderências (P.V.C.)** – mantiveram-se as alças no mesmo estado em que foram retiradas (Figura 16).

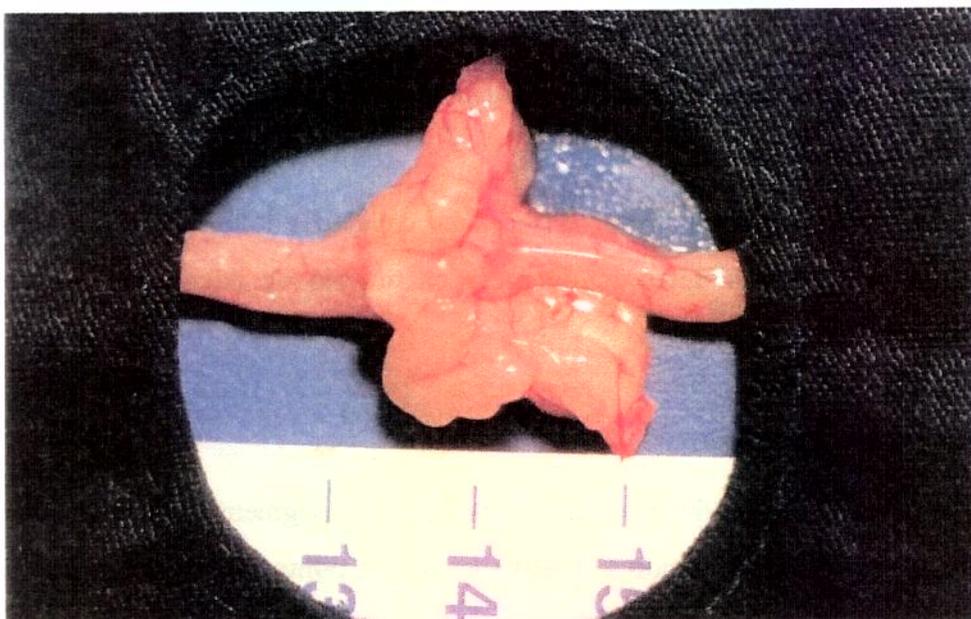


Figura 14 - Segmento de cólon pertencente ao grupo das anastomoses com aderências deixadas intactas (Grupo 1).

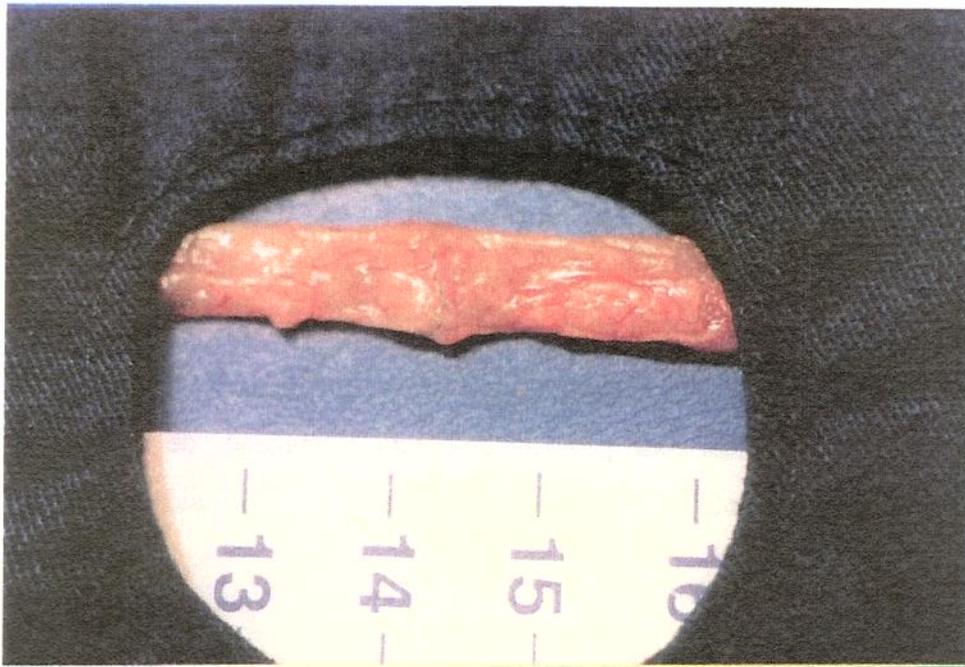


Figura 15 - Segmento de cólon pertencente ao grupo das anastomoses com aderências removidas (Grupo 2).

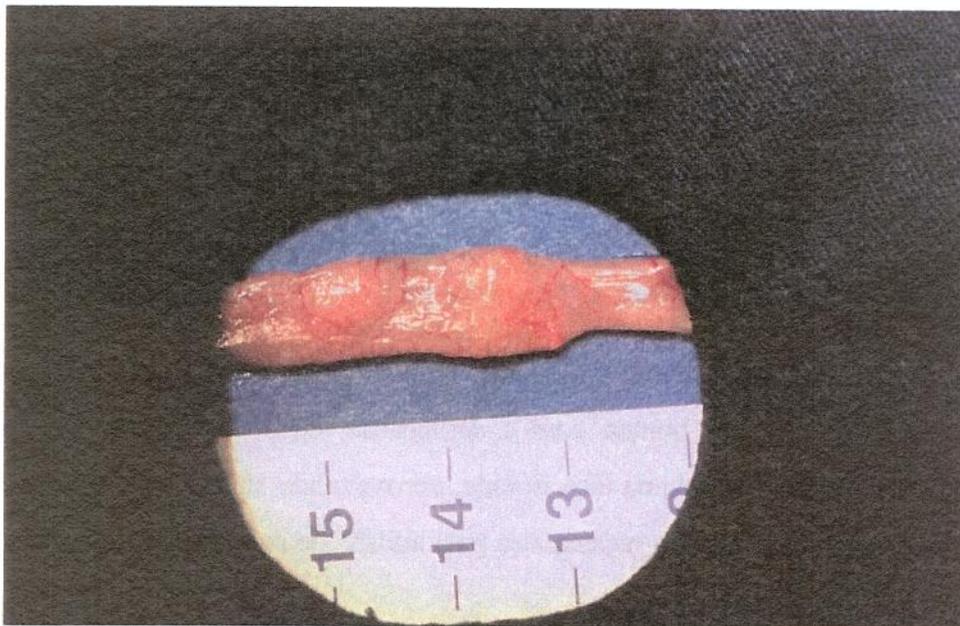


Figura 16 - Segmento de cólon pertencente ao grupo das anastomoses sem formação de aderências (Grupo 3).

Antes de serem submetidos aos testes mecânicos, os segmentos de alça retirados foram reduzidos a uma extensão de quatro centímetros, medidos por paquímetro e mantendo-se a anastomose equidistante dos extremos. Os excessos das alças foram seccionados com tesoura de frís e desprezados. Após, os segmentos de alça eram colocados individualmente em um recipiente tipo Becker, contendo solução fisiológica e cloridrato de papaverina em concentração de 250 miligramas por litro à temperatura de 37 graus Celsius, por um período de 30 minutos. Esse procedimento tem a finalidade de relaxar a parede intestinal e minimizar as variabilidades de contrações espasmódicas das alças, decorrentes da manipulação.

3.4.7 - ESTUDO DOS PARÂMETROS MECÂNICOS

3.4.7.1 - TESTE DE RESISTÊNCIA PRESSÃO DE RUPTURA À DISTENSÃO

O teste de resistência pressão de ruptura à distensão por líquido foi definido como a pressão intraluminal necessária para promover o extravasamento da solução pela linha anastomótica, por insuflação contínua através de uma das extremidades da alça isolada. A pressão intraluminal foi registrada pelo polígrafo em milímetros de mercúrio.

O sistema proposto para essa avaliação foi composto pelos seguintes equipamentos:

1. Polígrafo Modelo MINGOGRAF-804 / SIEMENS-ELEMA (Figura 19)
2. Duas bombas de infusão B.BRAUN Modelo 871.012 com suas seringas de vidro acopladas (Figura 19) - uma bomba com a seringa de vidro utilizada apenas como suporte de uma das extremidades da alça isolada, aproveitando sua conexão (Figura 19-e) e outra para o enchimento dessa mesma alça pela infusão de solução fisiológica (Figura 19-d)
3. Duas torneiras de conexão de tripla-via da marca NIPRO® - Modelo "luer-lock" (Figura 19-c)
4. Dois canhões do cateter endovenoso de "teflon" número 18 (Figura 19-b)

Depois de retirado o espécime cirúrgico do copo de Becker com a solução de papaverina, os canhões do cateter de "teflon" número 18 foram introduzidos na luz do coto proximal e distal do segmento de alça e atados duplamente com fio de seda um zero. Com esse procedimento, a região da alça em que foi submetida a insuflação de líquido apresentava um centímetro e meio de extensão. Esse valor foi confirmado com paquímetro em todos os segmentos cólicos antes de serem submetidos ao teste de ruptura à distensão (Figura 17).

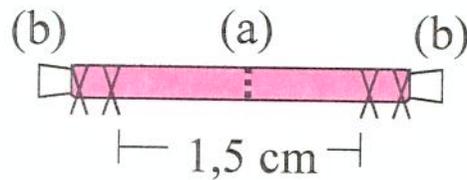


Figura 17 - Representação esquemática: (a) segmento de alça cólica com a anastomose na porção mediana representada por linha pontilhada, duplamente atadas aos (b) canhões do cateter de "teflon" número 18.

Em seguida os canhões do cateter foram acoplados às torneiras de tripla-via (Figura 18-c). Terminado esse procedimento, as torneiras de tripla-via foram conectadas às seringas de vidro previamente posicionadas nas duas bombas de infusão. As vias laterais das torneiras de tripla-via foram deixadas abertas, verticais em relação ao sistema (Figura 18).

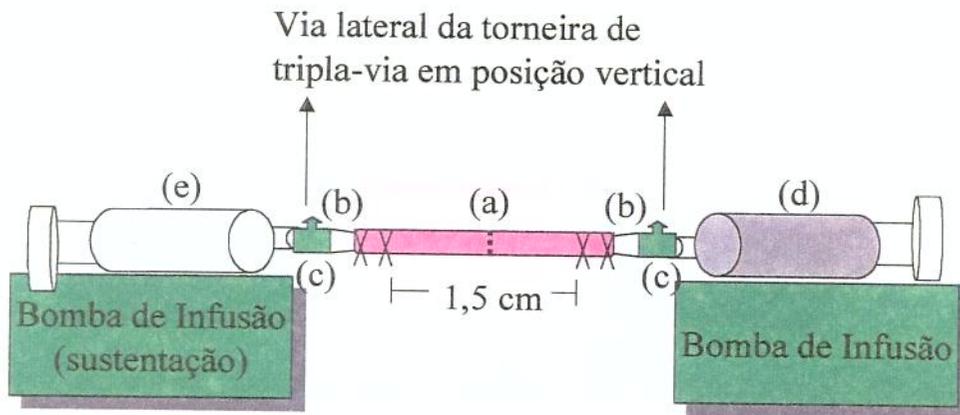


Figura 18 - Representação esquemática: (a) segmento de alça cólica com a anastomose na região mediana em linha pontilhada, (b) canhões do cateter número 18, (c) torneiras de tripla-via, (d) seringa de infusão com solução fisiológica, (e) seringa apenas com a função de sustentação.

Após a montagem desse sistema, uma das extremidades do cateter de polietileno foi conectada ao transdutor de pressão do polígrafo, e a outra, na via lateral livre da torneira de tripla-via acoplada à seringa de vidro, situada na bomba de sustentação. Foi então instilada solução fisiológica pela seringa de plástico conectada ao transdutor de pressão do polígrafo e lentamente, o líquido preencheu todo o sistema expulsando as bolhas de ar e formando uma coluna líquida.

Quando todas as bolhas foram expulsas, a solução fisiológica foi mantida dentro do sistema com a finalidade de formar um conjunto de vasos comunicantes entre a seringa de vidro posicionada na bomba de infusão com o polígrafo, passando através da alça cólica e suas respectivas conexões.

Após esses procedimentos, o sistema manteve-se em equilíbrio de pressão em relação ao ambiente local e tomou-se esta situação como parâmetro inicial zero no polígrafo (Figura 19).

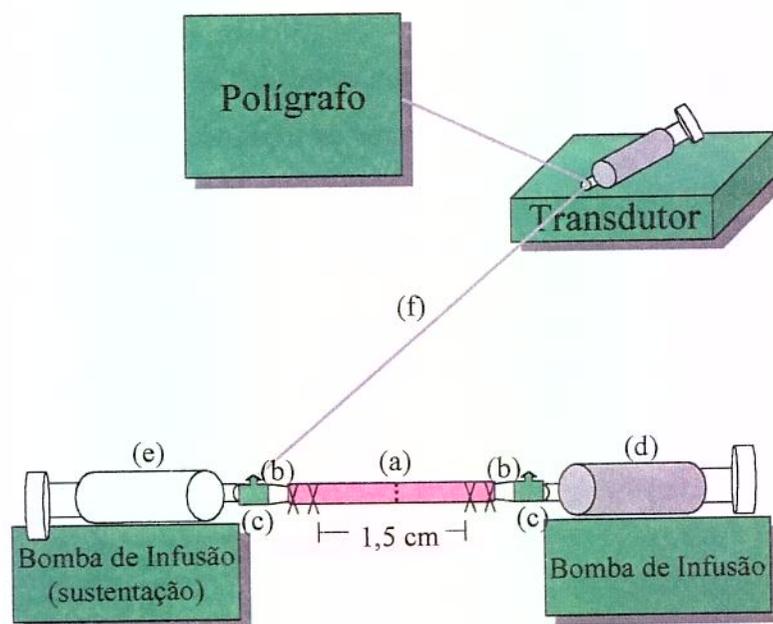


Figura 19 - Representação esquemática do sistema usado para o teste pressão de ruptura à distensão - (a) segmento de cólon com a anastomose em linha pontilhada, em região mediana, (b) canhões do cateter de número 18, (c) torneiras de tripla-via, (d) seringa de vidro usada para infusão, (e) seringa de vidro para sustentação e (f) cateter de polietileno de 50 centímetros de comprimento.

O estudo da pressão de explosão com o sistema totalmente montado, foi iniciado pela infusão de solução fisiológica na velocidade de dois mililitros por minuto e interrompido após a observação da queda abrupta no registro da curva de pressão no polígrafo.

O valor do ponto mais alto da curva de registro da pressão imediatamente antes do seu retorno à linha de base, foi determinado como a pressão de ruptura à distensão (Figura 20).

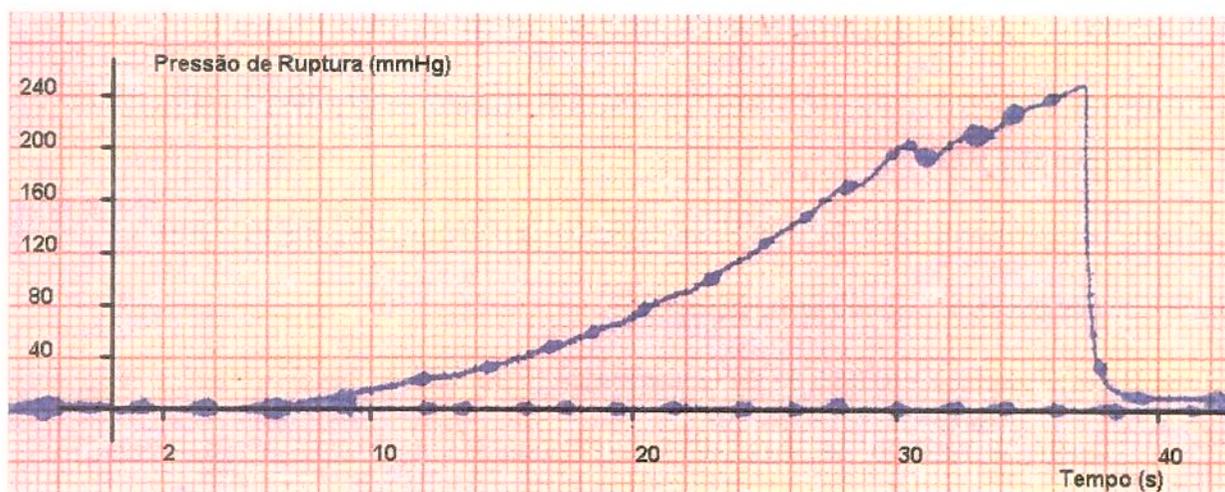


Figura 20 - Registro gráfico pelo polígrafo do teste mecânico pressão de ruptura à distensão.

3.4.7.2 - TESTE DE RESISTÊNCIA FORÇA DE RUPTURA À TRAÇÃO

O teste de resistência força de ruptura à tração foi definido como a força de tração em sentido axial necessária para romper a linha anastomótica do segmento de cólon. Essa força foi medida em gramas-força por dinamômetro e posteriormente convertida para a unidade de medida de força dina.

Dentro dos valores da tabela de conversão, um grama-força sob a ação da força gravitacional terrestre equivale a aproximadamente o valor de 980,7 dinas.

O sistema proposto para a medição da resistência de força de ruptura à tração foi composto pelos seguintes equipamentos:

1. Bomba de infusão marca B.BRAUN Modelo 871.012 (Figura 25)

2. Gancho de aço inoxidável especialmente confeccionado (Figura 25-h)
3. Canhão do cateter endovenoso de "teflon" número 18 com vedação do seu luz, fixo à uma corrente (Figura 25-c)
4. Canhão do cateter endovenoso de "teflon" número 18 com a luz aberta (Figura 25-b)
5. Torneira de tripla-via, fixa à um corrente (Figura 25-d)
6. Dinamômetro tipo tração - marca Käfer (René Graf) (Figura 25-e)
7. Polígrafo modelo 804 tipo MININGOGRAFT/ SIEMENS-ELEMA (Figura 25)
8. Filmadora V8-SONY tipo HANDYCAM-VISION modelo CCD-TRV65 (DigitalZoom 220X) (Figura 25)
9. Cateter de polietileno (P.E. 80) de 50 centímetros de comprimento (Figura 25-g)
10. Seringa de plástico - 20 mililitros (Figura 25)
11. Haste para fixação e sustentação do dinamômetro (Figura 25-f)

Depois de retirado do copo de Becker contendo a solução de papaverina, o espécime cirúrgico previamente preparado foi submetido ao seguinte procedimento. O canhão do cateter número 18 com a luz aberta e o canhão do cateter número 18 com a luz vedada previamente fixa à corrente, foram introduzidos e atados nas extremidades proximal e distal da alça, com fio de seda um zero, respectivamente. Com esse procedimento, a região da alça em que foi submetida à tração, apresentava um centímetro e meio de extensão. Esse valor foi confirmado com paquímetro em todos as alças antes de serem submetidos ao teste (Figura 21).

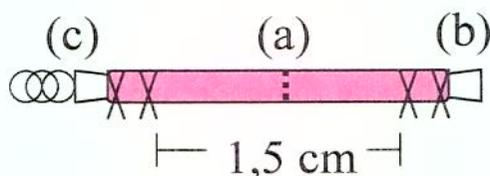


Figura 21 - Representação esquemática: (a) segmento de cólon com a linha anastomótica na região mediana e pontilhada, (b) canhão número 18 com luz aberta e (c) canhão número 18 com luz vedada.

Para a melhor compreensão e entendimento do sistema de tração, ele será descrito com os seus componentes nas suas respectivas posições, de cima para baixo, pronto para o início da realização do teste:

- Haste de sustentação.
- Dinamômetro fixado no braço da haste de sustentação.
- Corrente previamente fixado na via superior da torneira de tripla-via, enganchado na alça de arrasto do dinamômetro. A via inferior da mesma torneira, foi acoplada ao canhão número 18 com a luz aberta e representados a seguir pela figura 22.

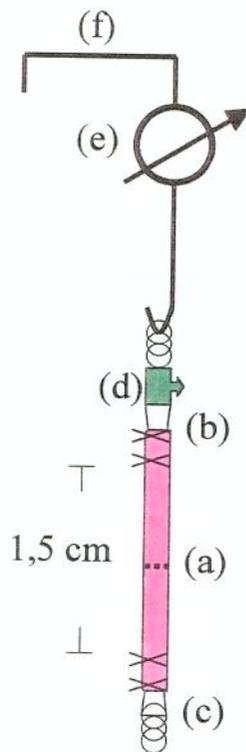


Figura 22 - Representação esquemática: (a) segmento de cólon, (b) canhão do cateter número 18 com luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada e fixo na corrente, (d) torneira de tripla-via, (e) dinamômetro e (f) haste de sustentação.

- A terceira via, lateral, foi conectada a uma das extremidades do cateter de polietileno; sua outra extremidade era levada ao transdutor de pressão do polígrafo.
- Seringa de plástico, 20 mililitros, com 10 mililitros de solução fisiológica no seu interior, conectada ao transdutor de pressão do polígrafo (Figura 23).

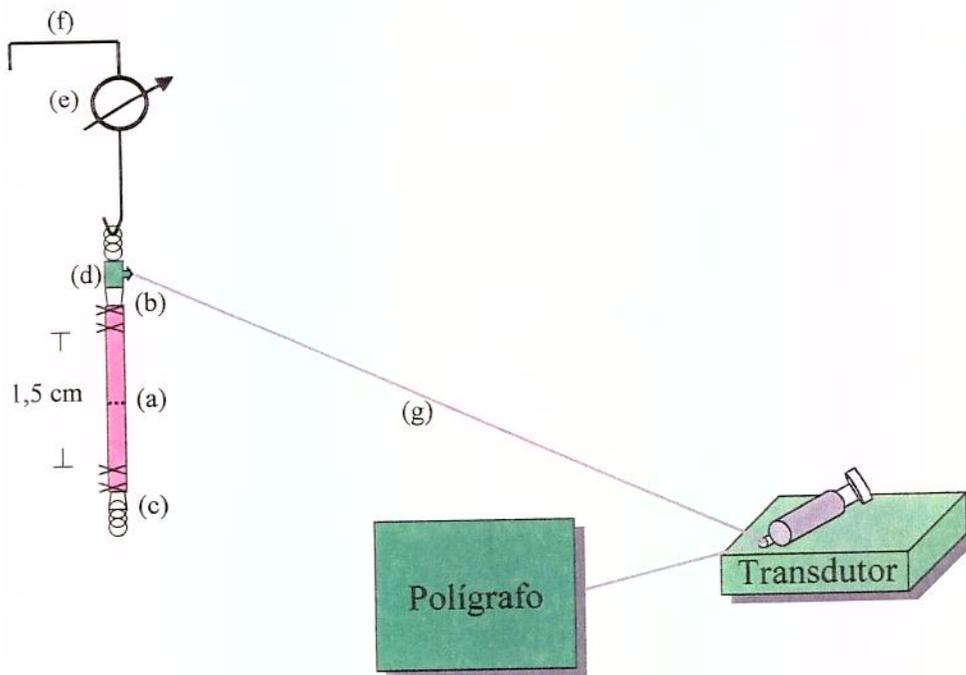


Figura 23 - Representação esquemática: (a) segmento de cólon, (b) canhão do cateter número 18 com luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada e fixo na corrente, (d) torneira de tripla-via, (e) dinamômetro, (f) haste de sustentação e (g) cateter de polietileno conectado ao transdutor do polígrafo.

- A corrente previamente fixada no canhão do cateter de "teflon" número 18 com a luz vedada e atada à região distal da alça, foi anexada ao gancho de aço inoxidável especialmente confeccionada.
- A outra extremidade do gancho de aço inoxidável foi fixada ao sistema de tração da bomba de infusão, onde esta foi posicionada verticalmente, exatamente alinhada em relação ao dinamômetro e paralela à haste de sustentação .

- A filmadora foi posicionada na altura do marcador do dinamômetro para registrar os valores marcados pelo aparelho durante os experimentos (Figura 24).

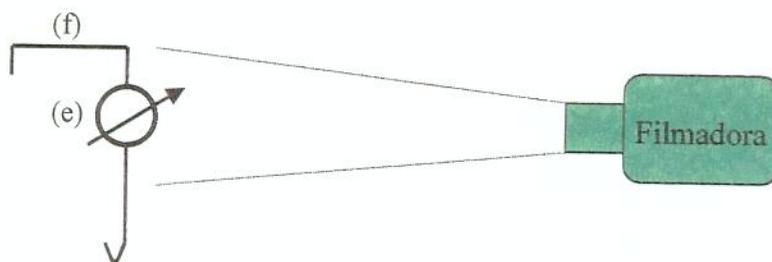


Figura 24 - Representação esquemática: (e) Dinamômetro, (f) haste de sustentação e a filmadora posicionado no marcador do dinamômetro.

Todos os componentes pertencentes ao sistema de tração estão representados pela figura abaixo (Figura 25) e mantiveram nas mesmas posições de um teste para outro.

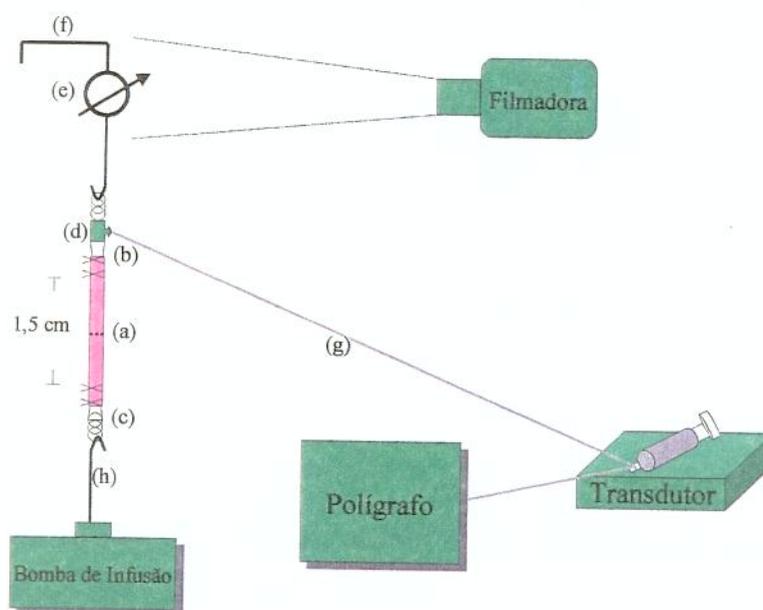


Figura 25 - Representação esquemática: (a) segmento de cólon, (b) canhão do cateter número 18 com luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada e fixo na corrente, (d) torneira de tripla-via, (e) dinamômetro com a filmadora posicionada no seu marcador, (f) haste de sustentação, (g) cateter de polietileno conectado ao transdutor e este ao polígrafo e (h) gancho de aço inoxidável especialmente confeccionado anexado ao sistema de tração da bomba de infusão.

Uma extremidade do cateter de polietileno foi conectada ao transdutor de pressão do polígrafo, junto à seringa de plástico de 20 mililitros contendo solução fisiológica, e a outra, à via lateral da torneira de tripla-via. A solução foi então instilada pela seringa de plástico, preenchendo o cateter de polietileno, a via lateral e a superior da torneira de tripla-via. Após esse procedimento, foi realizado um balanço no polígrafo, tomando essa situação como linha zero no registro. O fluxo da torneira de tripla-via foi aberto nas três direções e a solução que preenchia a via superior da mesma, escorreu para o interior da alça cólica, originando uma pressão negativa na curva de registro do polígrafo. Em seguida, injetou-se novamente a solução fisiológica pela seringa de plástico de 20 mililitros, preenchendo totalmente o sistema e expulsando as bolhas de ar do seu interior através da via superior da torneira de tripla-via. Com o sistema preenchido, a curva de registro do polígrafo que apresentava-se negativa, volta ao seu patamar inicial, ou seja, à sua linha de base zero.

Nesse instante, o fluxo da torneira de tripla-via foi posicionado na direção das vias lateral e inferior, tornando a alça e suas conexões, um complexo de vasos comunicantes em relação ao polígrafo.

Após esses procedimentos, o movimento de tração foi iniciado acionando-se o sistema de tração da bomba de infusão, com uma velocidade de um centímetro por minuto. A partir do momento em que foi acionado o movimento de arrasto, todo o sistema sofreu tração em sentido vertical, originando uma força longitudinal sobre o segmento de alça cólica e conseqüentemente no dinamômetro. Além disso, ocorreu a formação de uma pressão no sistema que foi automaticamente registrada no polígrafo pelo afastamento do gráfico da linha de base zero.

Após a ruptura da alça cólica, o gráfico do polígrafo retorna abruptamente à sua linha de base inicial em função da perda do líquido pela anastomose, registrando o valor da pressão máxima.

Em relação ao valor da força de tração, esse foi registrado por meio de uma filmadora previamente posicionada focalizando o relógio marcador do dinamômetro. Quando o gráfico da pressão do polígrafo mostrou a ruptura, imediatamente o registro da

filmadora foi cessado. A velocidade de registro no polígrafo foi de dois milímetros e meio por minuto.

No momento de ruptura, a filmadora captou o exato valor determinado pelo marcador do dinamômetro. Esse valor foi então inserido na seguinte equação:

Equação 1:

$$Y = X \cdot 21,351 + 96$$

onde X é igual ao valor da leitura no dinamômetro e o Y o resultado da força de tração em gramas-força.

Essa fórmula foi determinada pela aferição do instrumento dinamômetro antes de ser utilizado nos testes mecânicos de tração.

3.4.7.3 - TESTE DE RESISTÊNCIA TENSÃO RESULTANTE FINAL DE RUPTURA À TRAÇÃO

Para a realização do estudo da tensão resultante final de ruptura à tração foram necessários os cálculos da tensão resultante longitudinal (T_{rl}) e da tensão circunferencial (T_c) na alça cólica no momento de ruptura, ambas expressas em dinas por centímetro elevado ao quadrado.

a) Tensão resultante longitudinal

A tensão resultante longitudinal (T_{rl}) foi calculada pela obtenção dos seguintes atributos e representada pela figura 26:

- Força de tração - F (dinas)
- Comprimento final da alça - h (centímetros)
- Volume da alça - vol (mililitros)
- Raio interno no momento da ruptura - r_1 (centímetros)
- Área de secção transversal - S (centímetro elevado ao quadrado)

- Raio externo no momento da ruptura - r_2 (centímetros)

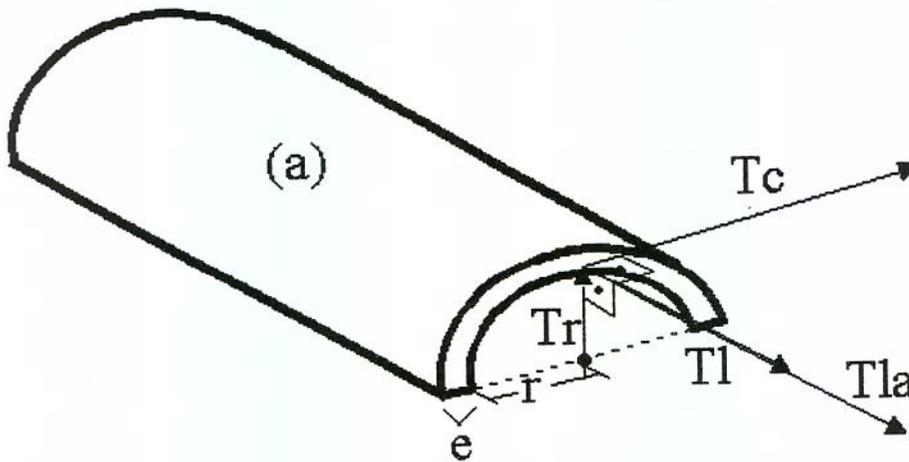


Figura 26 - Representação esquemática dos atributos para o cálculo da tensão resultante longitudinal e tensão circunferencial: (a) segmento de alça em corte longitudinal, (Tl) tensão longitudinal, (Tla) tensão longitudinal adicional, (Tc) tensão circunferencial, (Tr) tensão radial, (r) raio interno e (e) espessura da parede da alça.

Os atributos obtido foram inseridos na equação abaixo:

Equação 2 (NASH, 1982):

$$T_{rl} = F / (\pi \cdot r_2^2 - \pi \cdot r_1^2)$$

b) Tensão circunferencial

Para o cálculo da tensão circunferencial foi necessária a obtenção dos seguintes valores e esquematizado pela figura 26:

- Pressão transmural - P_t (mmHg)
- Espessura da parede- e (centímetros)
- Raio interno- r_1 (centímetros)

A equação 3 expressa o cálculo da tensão circunferencial.

Equação 3 (NASH,1982):

$$T_c = (Pt \cdot r_i) / e$$

O sistema para a obtenção dos atributos necessários ao cálculo da tensão resultante longitudinal e da tensão circunferencial foi composto basicamente pelos mesmos equipamentos utilizados no teste mecânico força de ruptura à tração.

As diferenças entre esses dois sistemas foram a utilização de mais uma filmadora, cuja função era de focalizar o segmento de alça do início da tração até a sua ruptura, de uma régua, fixada ao lado e no mesmo plano em relação à alça para auxiliar nos cálculos dos atributos raio externo e espessura, além de uma seringa de insulina para a medição do volume da alça.

Os espécimes cirúrgicos pertencentes a esses subgrupos (1.3, 2.3 e 3.3) também foram preparados seguindo o mesmo protocolo utilizado para as alças submetidas ao teste mecânico força de ruptura à tração.

Portanto, o sistema para a obtenção dos resultados da tensão resultante final de ruptura à tração, pronto para o início do teste e de cima para baixo, foi composto da seguinte maneira (Figura 27):

- Haste de sustentação e fixação do dinamômetro (Figura 27-f)
- Dinamômetro fixado no braço da haste de sustentação (Figura 27-e)
- Corrente previamente fixada na via superior da torneira de tripla-via enganchada na alça de arrasto do dinamômetro (Figura 27-d). Via inferior acoplada ao canhão do cateter número 18 com a luz aberta (Figura 27-b) e a terceira via, lateral, conectada à uma das extremidades do cateter de polietileno (P.E. 80) (Figura 27-g) enquanto que a outra extremidade foi conectada ao transdutor de pressão do polígrafo (Figura 27).

- Seringa de plástico, 20 mililitros, com 10 mililitros de solução fisiológica no seu interior (Figura-27) e seringa de insulina vazia (Figura 27-i), ambas conectadas ao transdutor de pressão do polígrafo (Figura 27)
- A corrente previamente fixada no canhão do cateter número 18 com luz vedada (Figura 27-c) e atado ao segmento distal da alça cólica (Figura 27-a), foi anexada pelo gancho de aço inoxidável especialmente confeccionado (Figura 27-h)
- A outra extremidade do gancho de aço inoxidável foi fixada ao sistema de tração da bomba de infusão (Figura 27), posicionada verticalmente, alinhada em relação ao dinamômetro e paralela à haste de sustentação
- Uma filmadora foi posicionada na altura do marcador do dinamômetro (Figura 27-filmadora 1) enquanto que a outra (Figura 27-filmadora 2), focalizava integralmente o segmento de alça e a régua (Figura 27-j), ambas fixas no mesmo plano

Todas as estruturas pertencentes ao sistema de tração mantiveram as mesmas proporções de localização e medidas em todos os testes.

c) Determinação dos atributos após o sistema montado

c1) Volume da alça cólica

Uma das extremidades do cateter de polietileno foi conectada à uma das três saídas do transdutor de pressão do polígrafo e preenchido pela solução fisiológica a temperatura ambiente. Nas outras duas conexões restantes do transdutor de pressão, foi posicionada a seringa de plástico de 20 mililitros, contendo 10 mililitros da mesma solução de cloreto de sódio, sob as mesmas condições de temperatura e uma seringa de insulina vazia.

A outra extremidade do cateter de polietileno já havia sido previamente acoplada na via lateral da torneira de tripla-via. Injetou-se assim a solução fisiológica pela seringa de 20 mililitros preenchendo o cateter de polietileno, a via lateral e o superior da torneira de tripla-via e em seguida foi realizado o balanço no polígrafo com a finalidade de iniciar o registro na linha de base zero. O fluxo da torneira de tripla-via foi então aberto nas três direções. A solução que estava na via superior escorreu para o interior da alça cólica, originando assim um registro negativo na curva do polígrafo. Em seguida, a solução fisiológica foi novamente

injetada pela seringa de 20 mililitros, do transdutor de pressão para o sistema, preenchendo-o totalmente, expulsando as bolhas de ar do seu interior através da via superior da torneira de tripla-via. Com o sistema preenchido, a curva negativa registrada no polígrafo volta à sua linha de base zero.

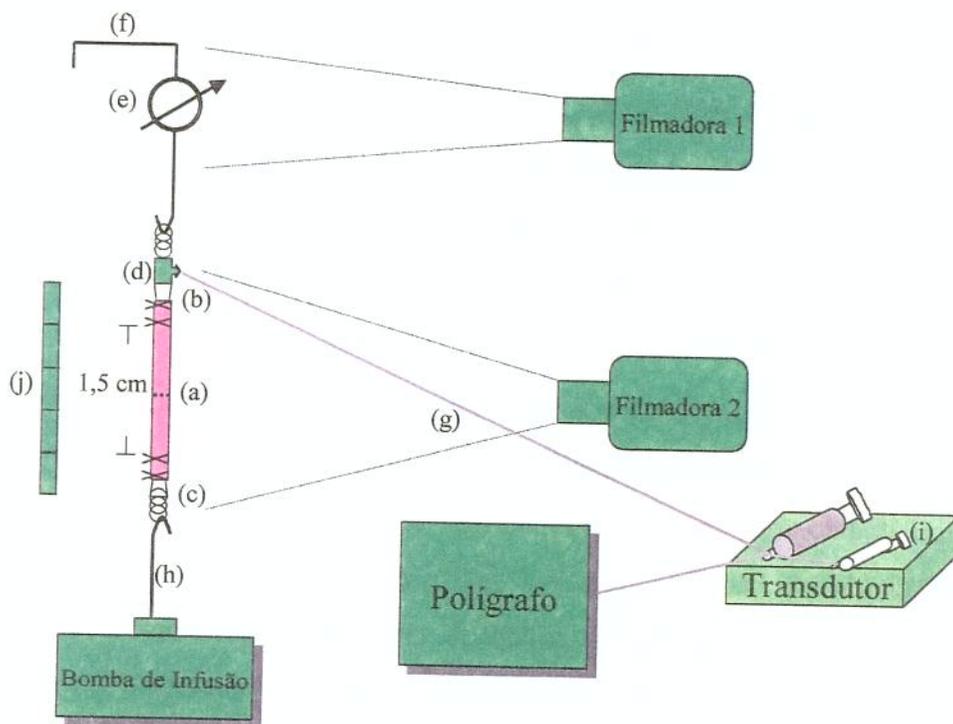


Figura 27 - Representação esquemática do sistema usado para determinar a tensão resultante final de ruptura à tração - (a) segmento de cólon, com a filmadora 2 posicionada para o seu registro, (b) canhão do cateter número 18 com a luz aberta, (c) canhão do cateter número 18 com luz vedada fixo à corrente, (d) torneira de tripla-via fixa à corrente, (e) dinamômetro com a filmadora 1 posicionada para o registro do seu marcador, (f) haste de sustentação, (g) cateter de polietileno conectado ao transdutor e esse ao polígrafo, (h) gancho de aço inoxidável anexado ao sistema de tração da bomba de infusão, (i) seringa de insulina vazia e (j) régua fixada em mesmo plano da alça cólica.

Após esse procedimento, o fluxo da torneira de tripla-via foi mudado para o sentido via inferior-lateral, e no transdutor de pressão do polígrafo para a direção da conexão da

seringa de insulina vazia. Por meio de sucção proporcionada pela seringa de insulina, o líquido que estava dentro da alça flui pelo sistema de vasos comunicantes até ela. Quando toda a solução fisiológica da alça for aspirada do seu interior, ocorre a formação de vácuo, e a coluna de líquido dentro da seringa de insulina sofre interrupção. Nesse momento foi determinado e registrado o volume de solução contida no interior da seringa de insulina, que corresponde ao volume da alça intestinal testada.

O fluxo da torneira de tripla-via foi de novo posicionado para a direção das três vias, superior, lateral e inferior. Como o líquido da luz da alça foi aspirado e mantido dentro da seringa de insulina, a coluna de solução contida na via superior novamente escorre para o interior da alça, promovendo mudança no traçado da curva de pressão do polígrafo, assumindo característica negativa.

A partir desse momento, re-introduziu-se a quantidade total da solução fisiológica do interior da seringa de insulina para o sistema e conseqüentemente preencheu-se o cólon que estava vazio. O líquido total injetado pela seringa de insulina para o sistema deve ser a mesma quantidade de solução fisiológica que falta para completá-lo, e em conseqüência disso, a curva negativa do polígrafo volta à linha de base inicial zero. Somente após o final desses procedimentos é que o volume foi confirmado como o volume real do segmento da alça sob teste.

c2) Força de tração e pressão transmural no momento da ruptura

A força de tração foi registrada em unidades grama-força pelo dinamômetro e posteriormente convertida para a unidade dina. A metodologia foi similar àquela empregada na determinação da força de ruptura à tração descrita anteriormente, bem como a obtenção da pressão transmural no momento de ruptura da anastomose.

Após a determinação da pressão máxima no momento de ruptura, esse valor registrado no gráfico do polígrafo, em milímetros de mercúrio, foi convertido para dina por centímetro elevado ao quadrado, sendo que um milímetro de mercúrio equivale a 13300 dinas por centímetro elevado ao quadrado (Figura 28).

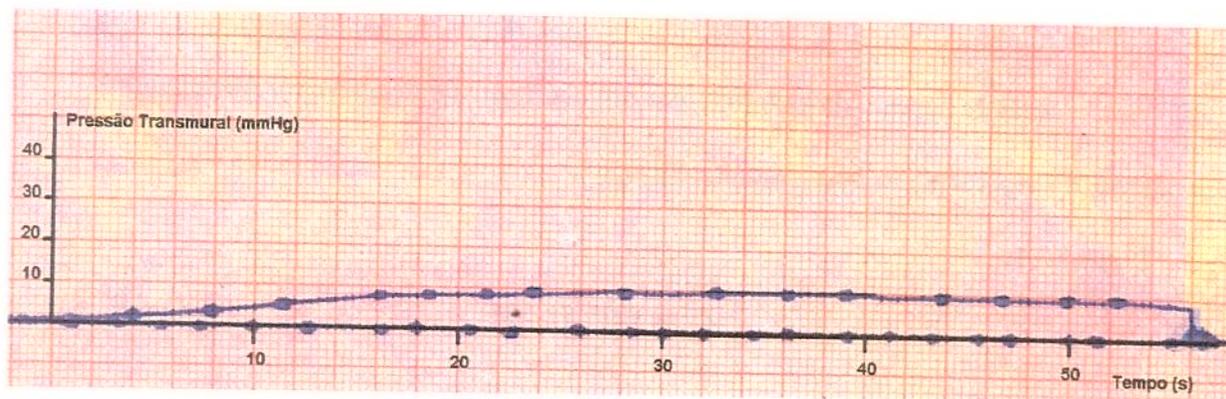


Figura 28 - Registro gráfico da pressão transmural no teste mecânico tensão resultante final de ruptura à tração. Curva com ascensão suave, formação de platô e retorno do registro gráfico até a linha de base no momento da ruptura.

c3) Comprimento da alça cólica no momento da ruptura

Os atributos necessários para o cálculo do comprimento final do segmento de alça testado no momento de ruptura (**h**) são representados abaixo:

- **Velocidade de registro (V_r)** - a velocidade de registro do polígrafo foi de dois milímetros e meio por segundo
- **Tempo total de ruptura (T_t)** - o tempo total que a alça levou para sofrer a ruptura foi obtida pelo registro gráfico
- **Velocidade de tração (V_t)** - a velocidade de tração do sistema foi de um centímetro por 60 segundos
- **Relação entre deslocamento circular do ponteiro do marcador do dinamômetro (d_c) com o deslocamento linear da estrutura de arrasto (d_l)** - cada cinco voltas do ponteiro no marcador do dinamômetro foi equivalente à 55 milímetros de deslocamento linear do seu arrasto
- **Medida de deslocamento vertical do sistema de tração no tempo total de ruptura da alça (C_t)** - a velocidade de tração (V_t) foi um centímetro por 60 segundos. Sendo assim, a medida de deslocamento vertical do sistema de

tração no tempo total de ruptura da alça (Ct) foi igual ao produto do tempo total de ruptura da alça (Tt) por um centímetro e dividido por 60 segundos.

Esse cálculo foi representado pela seguinte equação:

Equação 4:

$$Ct = (Tt \cdot 1) / 60$$

Além disso, o deslocamento vertical do sistema no tempo total de ruptura da alça (Ct) foi igual à soma da medida de estiramento sofrida pela alça no tempo total de ruptura ($h2$) com a medida linear de deslocamento do arrasto do dinamômetro (dl) representado pela equação a seguir:

Equação 5:

$$Ct = h2 + dl$$

Utilizando a Equação 6, tem-se:

$$Tt \cdot 1 / 60 = h2 + dl$$

Portanto:

$$h2 = Tt \cdot 1 / 60 - dl$$

Os segmentos de colons posicionados no sistema de tração após atadas as extremidades possuíam um centímetro e meio de extensão. Esse valor foi confirmado com paquímetro em todos os segmentos cíclicos antes de serem submetidos ao teste. Sendo assim, o comprimento final da alça (h) foi calculado pela soma de um centímetro e meio à medida de estiramento sofrida pela alça no tempo total de ruptura ($h2$) e representado pela equação 7.

Equação 7:

$$h = 1,5 + Tt \cdot 1 / 60 - dl$$

c4) Determinação do raio interno da alça intestinal no momento de ruptura

O raio interno da alça no momento da ruptura foi calculado pela raiz quadrada do quociente entre o volume final da alça e o produto de 3,14 (π) pelo comprimento da alça no momento de ruptura (h). Esse cálculo foi representada pela equação 8.

Equação 8 (NASH, 1982):

$$r_1^2 = v / (\pi \cdot h)$$

Essa fórmula pôde ser aplicada em função da morfologia da alça cólica ser semelhante a de um cilindro, no qual o volume inicial é igual ao volume final em função da ausência de perdas da solução fisiológica pelo sistema até o momento exato de ruptura da anastomose e também pela ausência de movimento fugal de líquido presente na luz da alça cólica para o resto do sistema.

c5) Determinação do raio externo e espessura da parede cólica no momento de ruptura

Os segmentos de alça cólica pertencentes aos subgrupos 1.3, 2.3 e 3.3 foram registrados por uma filmadora V8-SONY tipo HANDYCAM-VISION modelo CCD-TRV65 (DigitalZoom 220X) desde o momento inicial de tração até a sua ruptura.

Após a filmagem, as imagens registradas foram transferidas para uma estação de trabalho O2 da Silicon Graphics. Foi utilizado o pacote de manipulação de mídias (Media Tools) para o processamento das imagens, as quais foram repassadas quadro a quadro até o momento exato anterior à ruptura. Como a tela do computador apresenta característica bidimensional, a alça cólica que tem morfologia cilíndrica, configurou-se na tela do monitor como figura geométrica de um retângulo (Figura 29).

Foram realizadas as medições do pólo superior do retângulo assim como do pólo inferior pelo sistema de coordenadas. As medidas determinadas foram submetidas ao cálculo da média e posteriormente convertidas em centímetros por regra de três, sempre relacionando com a medida da régua fixada lateralmente ao segmento de cólon sob tração.

Congelando-se a imagem no momento exato anterior à ruptura da anastomose, foi feito um aumento através de "zoom" nas regiões a serem medidas, isto é, tanto no pólo superior, como no inferior, promovendo assim uma maior definição e acuidade da borda a ser registrada.

O lado menor do retângulo representa o diâmetro externo da alça cólica, ou seja, duas vezes a espessura adicionado a duas vezes o raio interno no momento de ruptura.

Portanto, o raio externo é a soma do raio interno com a espessura.

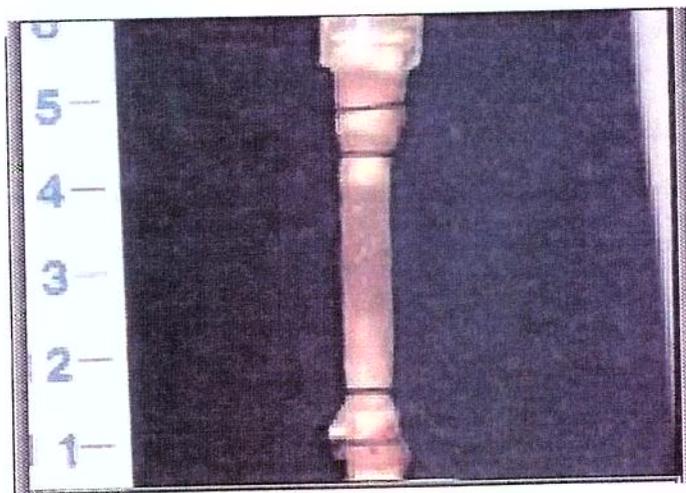


Figura 29 - Registro da alça sob tração pela filmadora e configurado em tela de computador.

c6) Tensão resultante final de ruptura à tração

A tensão resultante final de ruptura à tração foi calculada pelo teorema de Pitágoras onde os catetos são representados pela tensão resultante longitudinal (T_{rl}) que é igual à tensão longitudinal somada à tensão longitudinal adicional ($T_{rl} = T_l + T_{la}$) e tensão circunferencial (T_c), ambos expressos pela unidade dinas por centímetro elevado ao quadrado (Figura 30).

Portanto, a tensão resultante final de ruptura à tração é o resultado da raiz quadrada da soma dos quadrados dos catetos (Equação 9).

Equação 9:

$$T_{rf}^2 = T_{rl}^2 + T_c^2$$

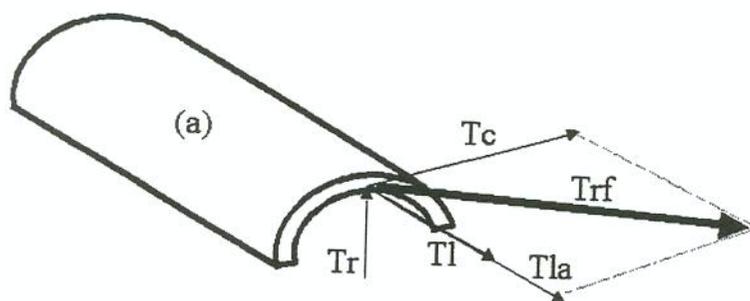


Figura 30 - Representação esquemática da tensão resultante final de ruptura à tração: (Trf) tensão resultante final de ruptura à tração, (Tc) tensão circunferencial, (Tl) tensão longitudinal, (Tla) tensão longitudinal adicional, (Tr) tensão radial e (a) segmento de alça cortado longitudinalmente.

3.4.9 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Conforme o delineamento experimental, todos os animais, representados pelos seus segmentos intestinais com as anastomoses, foram submetidos aos respectivos testes de resistências.

A metodologia estatística escolhida para a avaliação foi o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis com a finalidade de comprovar se os três subgrupos independentes foram ou não extraídos da mesma população, e quando a diferença entre esses três subgrupos foi significativa para $p\text{-valor} \leq 0,05$, foi realizado seqüencialmente o teste de Mann-Whitney. Esse teste estatístico é também conhecido como teste de Wilcoxon, e possui a finalidade de testar as diferenças entre os subgrupos dois a dois. Os subgrupos foram considerados diferentes quando o $p\text{-valor}$ foi $\leq 0,05$.

4.1 - EVOLUÇÃO CLÍNICA

Os animais dos três grupos apresentaram boa evolução clínica durante os cinco dias em que foram analisados , com boa aceitação da alimentação e água tão logo quanto despertaram do efeito anestésico. Não ocorreram deiscências das paredes abdominais e distensão abdominal.

Durante todo o delineamento experimental, dois animais foram excluídos , sendo o rato 7 do subgrupo 2.2, pois dois pontos de sutura foram inadvertidamente removidas com as aderências no procedimento, e rato 4 do subgrupo 3.2, em consequência da presença de aderências na cicatrização da anastomose, pois os pontos de fixação do protetor de P.V.C. se soltaram.

4.2 - AVALIAÇÃO DA CAVIDADE ABDOMINAL E DA LINHA DE SUTURA

Não ocorreram diferenças nas características inflamatórias peritoneais entre os grupos com aderências intactas (Grupo 1), aderências retiradas (Grupo 2) e ausência de aderências (Grupo 3), nas necropsias.

No grupo 3, todos os segmentos de alças testados não apresentaram aderências ao redor das anastomoses, mas encontrou-se uma película bastante fina, quase transparente de fibrina.

Após o quinto dia pós-operatório, as películas de P.V.C apresentavam aspecto translúcido, com boa visibilidade da área da anastomose e dos pontos de suturas.

A estrutura intra-abdominal mais freqüentemente encontrada no processo de aderência nos grupos 1 e 2 foi a gordura do cordão espermático do rato (Figura 31).

4.3 - ESTUDO DOS PARÂMETROS MECÂNICOS

Os testes mecânicos foram representados neste trabalho pela resistência à pressão de ruptura à distensão, força de ruptura à tração e a tensão resultante final de ruptura à tração. As rupturas ocorreram em 100 por cento das vezes nas anastomoses.

Após as alças terem sido submetidas aos testes mecânicos, elas foram abertas no

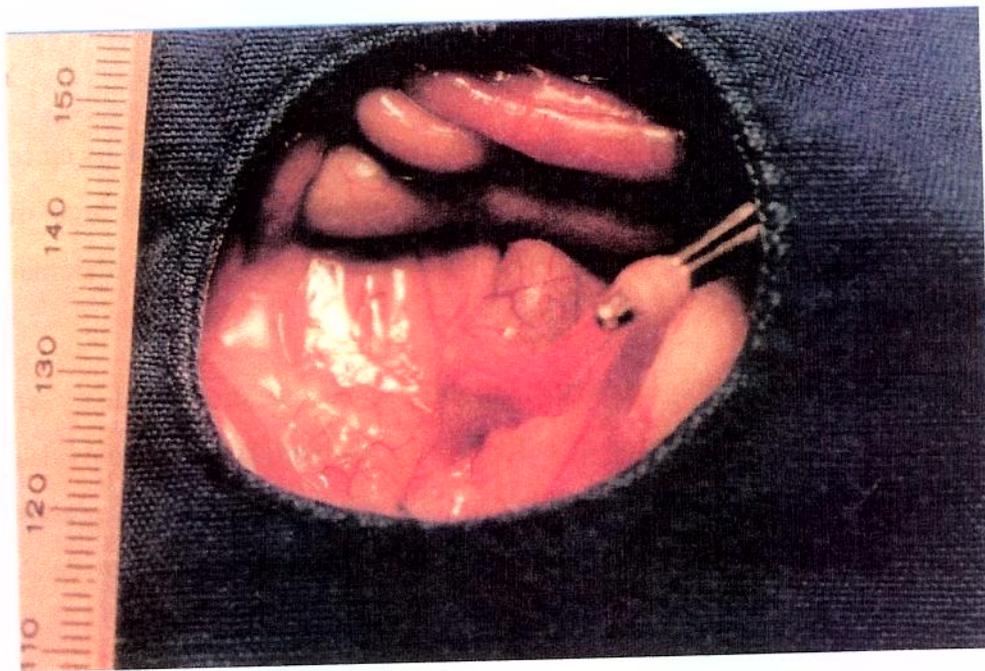


Figura 31 - Estrutura mais freqüentemente encontrada aderida na anastomose cólica. Gordura do cordão espermático do rato.

sentido longitudinal pelo lado oposto ao ponto de ruptura, com o intuito de analisar o padrão macroscópico da anastomose pela parede interna (Figura 32).

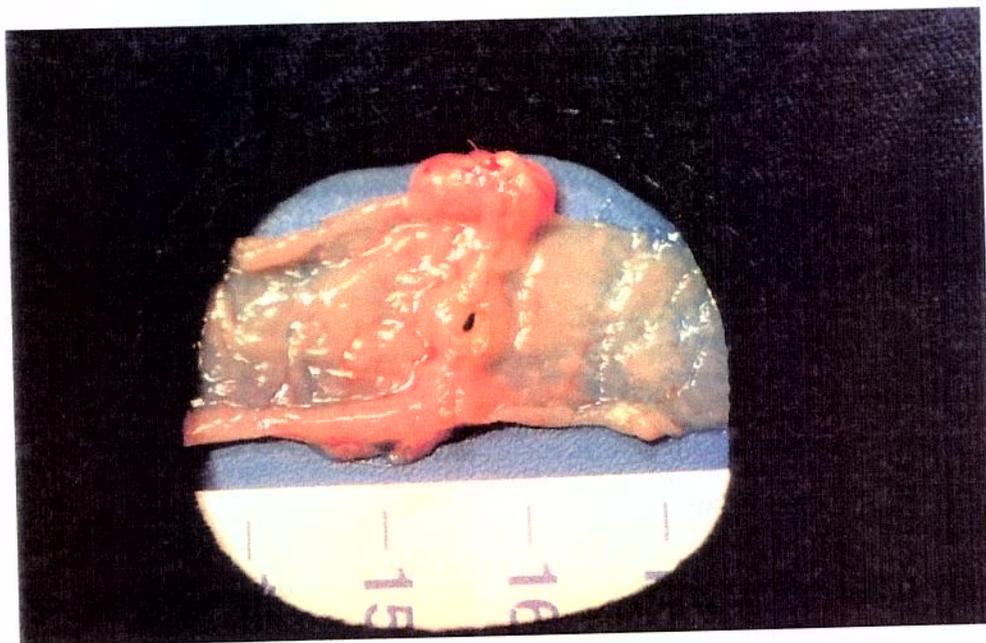


Figura 32 - Característica macroscópica da mucosa e respectiva área da anastomose cólica pós-teste mecânico. Área de ruptura.

Avaliando a parede interna da anastomose no quinto dia pós-operatório, todos os segmentos intestinais foram semelhantes na observação macroscópica, constatando assim, a sua homogeneidade (Figura 33).



Figura 33 - Alça cólica aberta e anastomose apresentando característica homogênea.

4.3.1 - TESTE DE RESISTÊNCIA PRESSÃO DE RUPTURA À DISTENSÃO

As amostras dos segmentos de alças cólicas pertencentes aos subgrupos 1.1 (aderências intactas ao redor da anastomose), 2.1 (aderências removidas ao redor da anastomose) e 3.1 (ausência de aderências ao redor da anastomose), submetidas ao teste pressão de ruptura à distensão por líquido, apresentaram os valores obtidos na Tabela 1 e Figura 34.

Subgrupo 1.1	Pressão de ruptura à Distensão (mmHg)	Subgrupo 2.1	Pressão de ruptura à Distensão (mmHg)	Subgrupo 3.1	Pressão de ruptura à Distensão (mmHg)
Rato 1	200	rato 1	200	rato 1	144
Rato 2	218	rato 2	172	rato 2	160
Rato 3	216	rato 3	184	rato 3	120
Rato 4	208	rato 4	216	rato 4	120
Rato 5	244	rato 5	178	rato 5	176
Rato 6	200	rato 6	208	rato 6	152
Rato 7	200	rato 7	208	rato 7	132
Rato 8	208	rato 8	152	rato 8	144
Rato 9	228	rato 9	144	rato 9	144
Rato 10	216	rato 10	172	rato 10	168

Tabela 1 - Valores da pressão de ruptura à distensão (mmHg) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1.

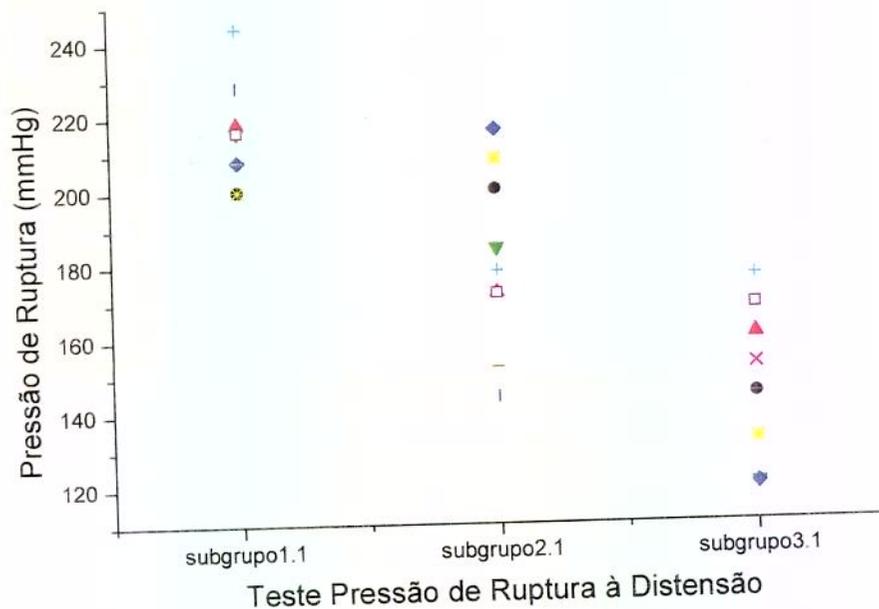


Figura 34 - Distribuição gráfica dos valores da pressão de ruptura à distensão (mmHg) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1.

análise estatística

Primeiramente foi realizado o teste de Kruskal-Wallis para determinar se existia diferença entre os subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1 em relação ao teste de resistência à pressão de ruptura por distensão e se foram retirados de uma mesma população (Tabela 2). Os subgrupos foram considerados diferentes quando $p\text{-valor} \leq 0,05$.

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
1.1	10	213.8	212	200	244	14.0618
2.1	10	183.4	181	144	216	24.4413
3.1	10	146.0	144	120	176	18.7853

Tabela 2 - Comparações entre os subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0001 (Teste de Kruskal-Wallis).

O resultado mostrou que a diferença era significativa entre os três subgrupos para p-valor = 0,0001.

O teste de Mann-Whitney, comparação dois a dois, realizado após o teste anterior demonstrou que o subgrupo 1.1 em relação ao subgrupo 2.1, subgrupo 1.1 em relação ao subgrupo 3.1 e o subgrupo 2.1 em relação ao subgrupo 3.1 foram também diferentes entre si para p-valor = 0,0085, p-valor = 0,0001 e p-valor = 0,003, respectivamente (Tabela 3, tabela 4 e tabela 5).

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
1.1	10	213.8	212	200	244	14.0618
2.1	10	183.4	181	144	216	24.4413

Tabela 3 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.1 e 2.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0085 (Teste de Mann-Whitney).

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
1.1	10	213.8	212	200	244	14.0618
3.1	10	50.70	144	120	176	18.7853

Tabela 4 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.1 e 3.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0001 (Teste de Mann-Whitney).

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
2.1	10	183.4	181	144	216	24.4413
3.1	10	50.70	144	120	176	18.7853

Tabela 5 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 2.1 e 3.1 - Pressão de ruptura à distensão. p-valor = 0.0030 (Teste de Mann-Whitney).

4.3.2 - TESTE DE RESISTÊNCIA FORÇA DE RUPTURA À TRACÇÃO

Os resultados obtidos no teste de resistência força de ruptura estão representados na Tabela 6 e Figura 35.

Subgrupo 1.2	Força de Ruptura à Tração (FT) (gf)	Subgrupo 2.2	Força de Ruptura à Tração (FT) (gf)	Subgrupo 3.2	Força de Ruptura à Tração (FT) (gf)
Rato 1	215,993	Rato 1	125,891	Rato 1	105,394
Rato 2	151,726	Rato 2	210,228	Rato 2	119,486
Rato 3	254,211	Rato 3	106,889	Rato 3	103,473
Rato 4	161,121	Rato 4	107,103	Rato 4	-
rato 5	161,334	Rato 5	105,608	Rato 5	105,608
rato 6	267,449	Rato 6	134,432	Rato 6	134,432
rato 7	210,228	Rato 7	-	Rato 7	106,035
rato 8	232,006	Rato 8	200,833	Rato 8	100,27
rato 9	174,144	Rato 9	107,103	Rato 9	105,501
Rato 10	200,619	rato 10	191.652	Rato 10	141,264

Tabela 6 - Valores da Força de ruptura à tração (gf) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.2, 2.2 e 3.2.

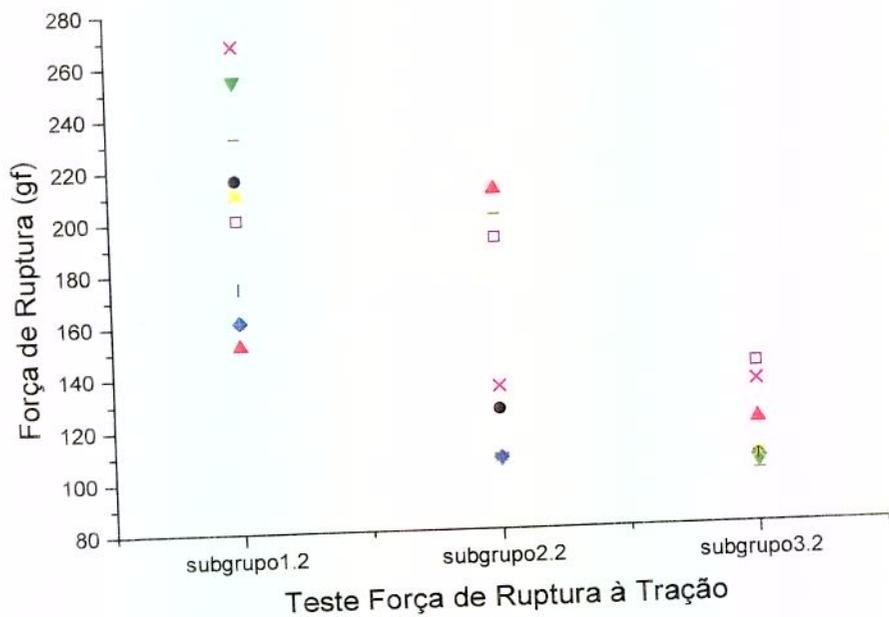


Figura 35 - Distribuição gráfica dos valores da força de ruptura à tração (gf) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.2, 2.2 e 3.2.



4. RESULTADOS

análise estatística

Aplicando-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis a diferença entre os três subgrupos foi significativa para p-valor = 0,0003 (Tabela 7).

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
1.2	10	202.883	205.424	151.726	267.449	40.5460
2.2	9	143.304	125.891	105.608	210.228	44.5476
3.2	9	113.496	105.608	100.270	141.264	14.8665

Tabela 7 - Comparações entre os subgrupos 1.2, 2.2 e 3.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.0003 (Teste de Kruskal - Wallis).

Sendo assim, foi realizado o teste de Mann-Whitney (Wilcoxon) para testar as diferenças dois a dois entre os subgrupos e considerados diferentes quando p-valor $\leq 0,05$.

Os resultados do p-valor obtidos foram os seguintes:

- Subgrupo 1.2 e subgrupo 2.2 obtiveram p-valor = 0,0127
- Subgrupo 1.2 e subgrupo 3.2 obtiveram p-valor = 0,0002
- Subgrupo 2.2 e subgrupo 3.2 obtiveram p-valor = 0,0377

Os testes de Mann-Whitney destes subgrupos foram representados pelas Tabela 8, tabela 9 e tabela 10.

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
1.2	10	202.883	205.424	151.726	267.449	40.5460
2.2	9	143.304	125.891	105.608	210.228	44.5476

Tabela 8 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.2 e 2.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.0127 (Teste de Mann -Whitney).

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
1.2	10	202.883	205.424	151.726	267.449	40.5460
3.2	9	113.496	105.608	100.270	141.264	14.8665

Tabela 9 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.2 e 3.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.0002 (Teste de Mann -Whitney).

Subgrupos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP
2.2	9	143.304	125.891	105.608	210.228	44.5476
3.2	9	113.496	105.608	100.270	141.264	14.8665

Tabela 10 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 2.2 e 3.2 - Força de ruptura à tração. p-valor = 0.037 (Teste de Mann -Whitney).

4.3.3 - TESTE DE RESISTÊNCIA TENSÃO RESULTANTE FINAL DE RUPTURA À TRAÇÃO

Os resultados colhidos dos três subgrupos pertencentes à esse teste de resistência são apresentados na Tabela 11 e Figura 36.

Subgrupo 1.3	Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração (dina/cm ²)	Subgrupo 2.3	Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração (dina/cm ²)	Subgrupo 3.3	Tensão Resultante Final de Ruptura à Tração (dina/cm ²)
rato 1	2037638,93	Rato 1	1838244,98	Rato 1	901803,92
Rato 2	2094952,05	Rato 2	2687771,84	Rato 2	594508,97
Rato 3	3682915,52	Rato 3	944470,23	Rato 3	719896,03
Rato 4	2603360,93	Rato 4	1626210,76	Rato 4	600753,21
Rato 5	2392921,80	Rato 5	2721093,52	Rato 5	856007,84
Rato 6	3641672,21	Rato 6	1719081,56	Rato 6	735905,48
Rato 7	2110060,21	Rato 7	1693265,59	Rato 7	1891813,65
Rato 8	4880969,14	Rato 8	2682741,94	Rato 8	1506461,62
Rato 9	2983572,41	Rato 9	1769100,21	Rato 9	2006381,78
Rato 10	5274751,40	rato 10	1239517,67	Rato 10	916951,99

Tabela 11 - Valores da Tensão resultante final de ruptura à tração (dina/cm²) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.3, 2.3 e 3.3.

A tensão resultante final de ruptura à tração é a raiz quadrada da soma dos quadrados da tensão resultante longitudinal com a tensão circunferencial gerada no interior da alça cólica após a tração.

As pressões transmuralis apresentaram-se com intervalos de variação de dois milímetros de mercúrio a 26 milímetros de mercúrio.

Para a realização do cálculo da tensão resultante longitudinal e da tensão circunferencial foi necessária a medição, no momento de ruptura da anastomose, dos atributos apresentados na Tabela 1A (apêndice).

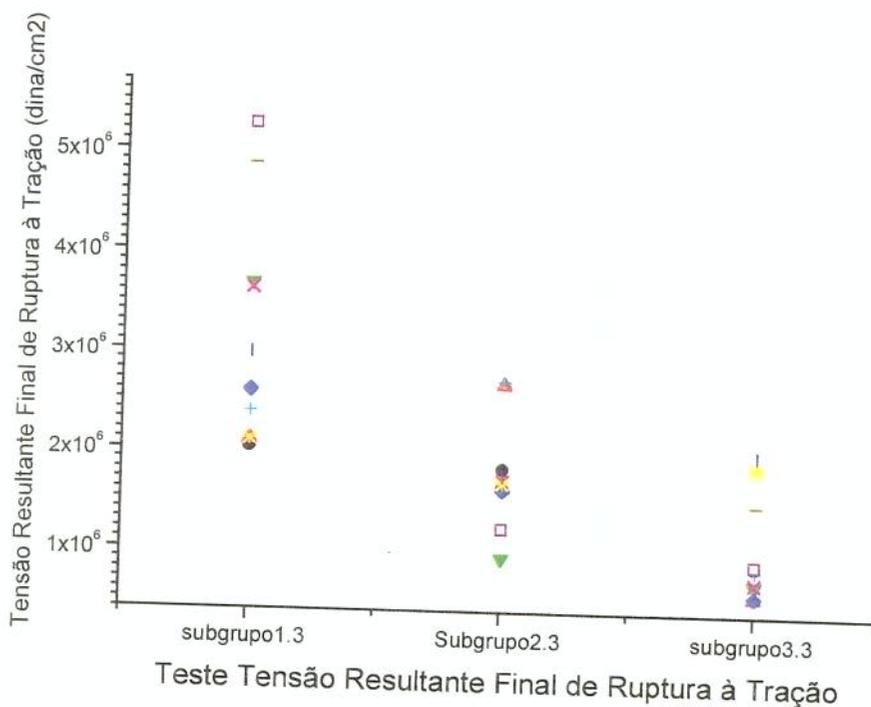


Figura 36 - Distribuição gráfica dos valores da tensão resultante final de ruptura à tração (dina/cm²) dos animais pertencentes aos subgrupos 1.3, 2.3 e 3.3.

análise estatística

O teste de Kruskal-Wallis foi realizado para os três subgrupos (1.3, 2.3 e 3.3) e mostrou ser significativa a diferença entre as tensões resultantes finais à tração para p-valor = 0,0001. Os resultados do teste são mostrados na Tabela 12.

Subgrupos	N	Média	D.P.	Máximo	Mediana	Mínimo
1.3	10	3170281.46	1172086.35	5274751.40	2793466.67	2037638.93
2.3	10	1892149.83	617117.08	2721093.52	1744090.89	944470.23
3.3	10	1073048.45	529210.82	2006381.78	878905.88	594508.97

Tabela 12 - Comparações entre os subgrupos 1.3, 2.3 e 3.3 - Tensão resultante final de ruptura à tração. p-valor = 0.0001 (Teste de Kruskal-Wallis).

Em seguida, o teste de Mann-Whitney foi aplicado, comparando dois a dois. Esse teste demonstrou que o subgrupo 1.3 foi significativamente diferente do subgrupo 2.3 para

p-valor = 0,0091 e diferente do subgrupo 3.3 para p-valor = 0,0002 e o subgrupo 2.3 diferente do subgrupo 3.3 para p-valor = 0,0113 (Tabela 13, tabela 14 e tabela 15).

Subgrupos	N	Média	D.P.	Máximo	Mediana	Mínimo
1.3	10	3170281.46	1172086.35	5274751.40	2793466.67	2037638.93
2.3	10	1892149.83	617117.08	2721093.52	1744090.89	944470.23

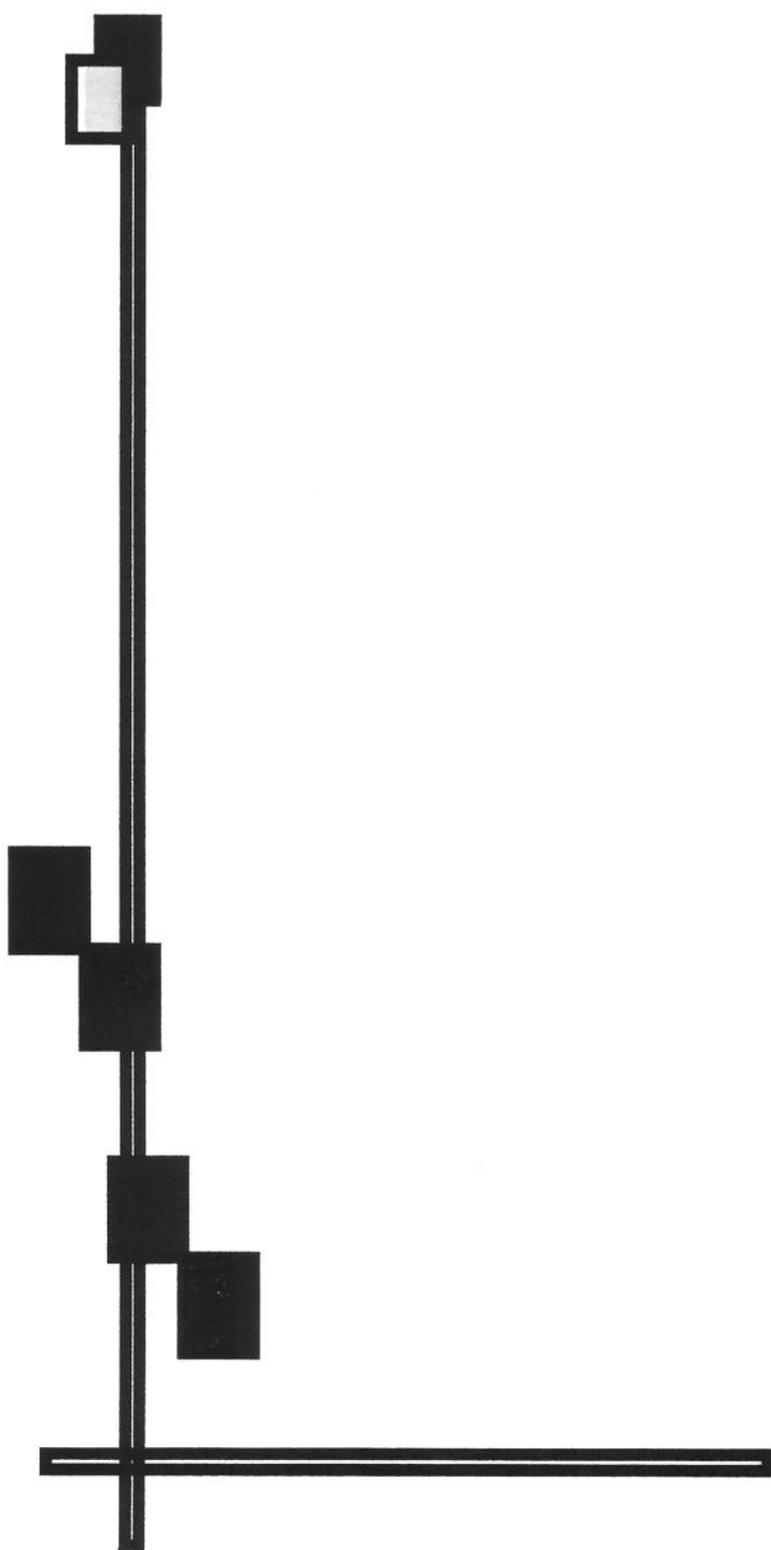
Tabela 13 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.3 e 2.3 - Tensão resultante final de ruptura. p-valor = 0,0091 (Teste de Mann-Whitney).

Subgrupos	N	Média	D.P.	Máximo	Mediana	Mínimo
1.3	10	3170281.46	1172086.35	5274751.40	2793466.67	2037638.93
3.3	10	1073048.45	529210.82	2006381.78	878905.88	594508.97

Tabela 14 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 1.3 e 3.3 - Tensão resultante final de ruptura. p-valor = 0,0002 (Teste de Mann-Whitney).

Subgrupos	N	Média	D.P.	Máximo	Mediana	Mínimo
2.3	10	1892149.83	617117.08	2721093.52	1744090.89	944470.23
3.3	10	1073048.45	529210.82	2006381.78	878905.88	594508.97

Tabela 15 - Comparação dois a dois entre os subgrupos 2.3 e 3.3 - Tensão resultante final de ruptura. p-valor = 0,0113 (Teste de Mann-Whitney).



5. DISCUSSÃO

5.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A maior complicação na cirurgia do cólon é representada pela deiscência da linha anastomótica, que pode alcançar índices de 35 por cento (PERRY et al., 1955; HENDRICKS & MASTBOOM, 1990 e ZILLING et al, 1999). Portanto, muitos estudos e esforços de pesquisadores têm sido direcionados para a melhor compreensão dos mecanismos envolvidos no processo de cicatrização intestinal, com o intuito de minimizar conseqüências negativas.

Deficiências nutricionais, processos inflamatórios, distúrbios metabólicos, choque e agentes farmacológicos são alguns dos fatores que podem causar modificações no processo de cicatrização, assim como, não menos importantes, a técnica cirúrgica empregada e a experiência do cirurgião (APRILLI, 1998).

Essas técnicas seguem os conceitos básicos bem estabelecidos para a realização de anastomoses, como a preservação da integridade vascular, técnica minuciosa, manutenção da linha de sutura livre de tensão e a impermeabilidade da mesma (LIMJOCO, 1974).

Além disso, outros fatores de ordem intrínseca, como a diferença individual e inter-racial, idade cronológica, desnutrição e a presença de formação de aderências sobre a linha anastomótica também podem repercutir na variabilidade do processo de cicatrização intestinal (APRILLI, 1998).

Este trabalho segue uma das linhas tradicionais de pesquisa do Departamento de Cirurgia da UNICAMP, o estudo sobre anastomoses gastrointestinais e o seu processo de reparação cicatricial (LEONARDI, 1973; MEDEIROS, 1973; MANTOVANI et al, 1976, MANTOVANI, 1978; MEDEIROS, 1982; FAGUNDES, 1986; QUILICI, 1988; FAGUNDES, 1990; AMARAL, 1997 e NIERI, 1999), porém, direcionando-o para as repercussões de aderências sobre a linha anastomótica cólica em rato e a proposta de um método biomecânico, a tensão resultante final de ruptura à tração, na avaliação dessa ação, confrontando os resultados com outros dois parâmetros mecânicos já utilizados na literatura mundial, a pressão de ruptura à distensão e a força de ruptura à tração.

5.2 - ANIMAL DE EXPERIMENTAÇÃO

A escolha do animal utilizado em uma investigação experimental é muito importante. Nos trabalhos experimentais da área biológica, uma infinidade de variáveis são freqüentemente analisadas conjuntamente e a combinação das variáveis pode repercutir nos resultados obtidos. Sendo assim, a disponibilidade de animais, a homogeneidade do grupo que será estudado, o conhecimento do comportamento fisiológico e anatômico, o grau de nutrição, a idade, o peso e a linhagem são fatores fundamentais, que se satisfeitos, poderão proporcionar resultados mais precisos.

O rato é um animal amplamente utilizado em trabalhos experimentais no campo da cicatrização das anastomoses intestinais (JIBORN et al, 1978a; NARESSE, 1990 e NIERI, 1999). Vários modelos de confecção da linha de sutura foram padronizados na literatura no decorrer do tempo (CANALIS & RAVITCH, 1968; JIBORN et al, 1978a; JIBORN et al, 1978b; KOBAYASI & MENDES, 1982; AMARAL, 1997 e ZILLING et al, 1999).

Neste trabalho experimental, escolheu-se o rato, da linhagem Wistar (**-Rattus norvergicus albinus, Rodentia mammalia-**), provenientes do Biotério Central da UNICAMP - CEMIB e que preenche as características acima descritas.

A manipulação desse animal, quanto à anestesia e à cirurgia, apresentou pouca dificuldade. O plano anestésico, assim como a sua manutenção desde o início da cirurgia até o seu término foi bastante satisfatório.

Não foi necessário realizar o preparo de cólon no pré-operatório. Após deixar os animais em período de jejum de 24 horas precedendo o procedimento cirúrgico, na grande parte das vezes não foram encontradas fezes no cólon descendente, fato este também observado por outros pesquisadores (JIBORN et al, 1978a e NARESSE, 1990).

Quando fezes foram encontradas nesse segmento, foram facilmente deslocadas para a região distal em relação ao local onde seria realizada a anastomose.

O manuseio da alça cólica do rato ocorreu sem nenhuma dificuldade e a sutura da linha anastomótica pôde ser realizada com bastante segurança, conferindo-lhe integridade e proteção.

O fio utilizado para a sutura foi o polipropilene, oito zeros, agulha de seis milímetros e três décimos, cardiovascular (Prolene ®), com o intuito de minimizar o fator traumático causado pela agulha, além da diminuição do processo inflamatório de rejeição a corpo estranho.

5.3 - ADERÊNCIA

As aderências intra-abdominais são inevitavelmente formadas após cirurgias abdominais, sendo elas responsáveis pela maior frequência de obstruções intestinais e de dificultar na realização de novas laparotomias (ELLIS, 1982 e CHRISTEN & BUCKMAN, 1991). Apesar disso, a grande maioria das aderências são inofensivas e podem estar envolvidas na ação protetora das anastomoses (ELLIS, 1982).

Amplamente estudadas, essas ações protetoras são representadas pelo processo de neo-formação vascular na linha de sutura, nas quais áreas isquêmicas são beneficiadas pelo aumento da capacidade fagocitária e drenagem linfática, além do tamponamento mecânico proporcionado por essas estruturas nas falhas da anastomose (ELLIS, 1971; ELLIS, 1982; CHRISTEN & BUCKMAN, 1991 e APRILLI, 1998).

Acredita-se que todas as estruturas intra-abdominais possuem a capacidade de adesão, mas a estrutura mais pesquisada é o grande omento (GOLIGHER et al., 1970b; McLACHLIN & DENTON, 1973; McLACHLIN et al., 1976; LANTER & MASON, 1979; CARTIER et al., 1990 e ADAMS et al., 1992).

Após trauma, processo inflamatório e ou qualquer irritação do peritônio, ocorre a secreção de exsudato serosanguinolento pela dilatação e aumento da permeabilidade vascular. Em pouco tempo, um filme de fibrina será formado pelo processo de coagulação e conseqüentemente originará as aderências.

A maior parte das aderências formadas sofre reabsorção, mas algumas persistem transformando-se em cordões e ligamentos fibrosos dando origem às aderências permanentes. Essa transformação se deve à migração dos macrófagos e pelo fator de capilarização (BUCKMAN et al., 1976a e BUCKMAN et al., 1976 b).

A base fisiológica do fenômeno de formação das aderências relaciona-se à diminuição da atividade do plasminogênio com a sua respectiva capacidade fibrinolítica, em áreas intra-abdominais que sofreram qualquer processo de injúria. Essa capacidade fibrinolítica diminui e como consequência ocorre aumento na formação de aderências persistentes (BUCKMAN et al., 1976a e THOMPSON et al., 1989).

São poucos os trabalhos na área de cicatrização intestinal nos quais os autores especificam minuciosamente o tratamento dado às aderências nas linhas de sutura antes dos espécimes serem submetidos aos testes de resistência da anastomose ou a qualquer outro tipo de avaliação. Esse fato é de suma importância, pois as aderências repercutem diretamente no processo de reparação tecidual, modificando os resultados obtidos pelos testes (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990).

Nos primeiros dias pós-cirúrgicos, as aderências alteram enormemente os valores do teste de resistência à insuflação, representado pela pressão de ruptura. Especificamente no terceiro dia após a cirurgia, as medidas realizadas na anastomose cólica “in loco” em ratos por meio desse método foram superiores em relação ao segmento retirado (BRENNAM et al., 1984 e FOSTER et al., 1986), e no primeiro dia esse fato torna-se ainda mais evidente. Nas avaliações das medidas de pressão de ruptura feitas nas alças intestinais dentro da cavidade abdominal de ratos no primeiro dia pós-operatório, foi registrado o valor de 115 milímetros de mercúrio, e quando esses segmentos de alças foram retirados do compartimento abdominal, esses resultados alcançaram somente valores de 12 milímetros de mercúrio (MINION et al., 1982) ou 26 milímetros de mercúrio (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990).

No presente trabalho, três grupos foram formados, sendo o grupo 1 representado pela anastomose com aderências intactas, o grupo 2 com as aderências removidas antes de serem submetidas aos testes de resistências e o grupo 3, ausência de aderências ao redor da anastomose, pela proteção de P.V.C..

Esses grupos foram constituídos dessa maneira com a finalidade de tornar possível a abordagem integral da ação das aderências sobre as linhas anastomóticas, analisando as

repercussões da resistência nos dois pólos extremos, a presença de aderências e a ausência total dessas estruturas na linha de sutura e o intermediário, com a retirada das mesmas.

A partir dessa configuração metodológica, pode-se admitir a possibilidade de divisão das influências benéficas das aderências em duas áreas de ação:

- ação biológica
- ação mecânica

A ação biológica consiste no processo de formação da neovascularização entre a aderência e a linha de sutura, melhora do processo de drenagem linfática e o aumento da capacitação fagocitária, enquanto que a ação mecânica se caracteriza pelo efeito selador nas falhas da anastomose, comportando-se como “cola fisiológica” (CHRISTEN & BUCKMAN, 1991).

No grupo 1, as anastomoses sofreram durante os cinco dias do experimento, não somente as ações benéficas biológicas mas também as ações mecânicas das aderências; no grupo 2 sofreram somente as ações biológicas, pois as aderências nas anastomoses foram retiradas da linha de sutura antes de serem submetidas aos testes de resistência, removendo assim a ação mecânica; as linhas de sutura do grupo 3 não sofreram nenhuma característica benéfica das aderências, pois não se permitiu que elas tivessem contacto com a anastomose.

5.4 - ESCOLHA DO MATERIAL P.V.C.

Existem muitos métodos para impedir o desenvolvimento de aderências abdominais os quais são baseados nas características fisiopatológicas de formação dessas estruturas. Estes métodos podem ser divididos considerando-se as características das suas ações, como ação anticoagulante (MAGYAR, D.M. et al, 1985), a eliminação da fibrina pela lavagem e da introdução de enzimas para o interior da cavidade peritoneal (JACQMAIN & SHUMACKER, 1962), da redução do processo de fibrose, da técnica cirúrgica e da separação de superfície (ELLIS, 1982; CHRISTEN & BUCKMAN, 1991 e BECKER, J.M. et al, 1996). Todos esses métodos apresentam controvérsias quanto à sua eficácia.

Muitos materiais e modelos experimentais têm sido utilizados com a finalidade principal de não permitir o contato das estruturas abdominais com a anastomose e conseqüentemente, o impedimento na formação de aderências. Com objetivo de separar superfícies de contacto tentou-se insuflar oxigênio na cavidade abdominal, uso de azeite de oliva, líquido amniótico e a sua membrana, peritônio bovino (ELLIS, 1971; CHRISTEN & BUCKMAN, 1991 e APRILLI, 1998) e outras estruturas sintéticas como o látex (GARCIA-OLMO, et al., 1996) e película de polietileno (RUSCA, et al., 1969).

Neste trabalho, escolheu-se o método de separação de superfícies, com o uso de polivinilcloro (P.V.C.). Esse material é amplamente utilizado na produção de recipientes de soluções fisiológicas e de irrigação urológica.

A escolha desse material baseou-se nos seguintes aspectos:

- A facilidade de obtenção
- O custo do material
- Facilidade de manuseio

O polivinilcloro está sendo bastante usado nas cirurgias de emergência para a contenção do quadro de síndrome compartimental do abdômen pós-trauma. Foi utilizado pela primeira vez por Londoni, na Colômbia, e recebe o nome de “Bolsa de Bogotá” (BURCH et al., 1996). Esse material não adere nas alças intestinais e nem em outros órgãos intra-cavitários, e sendo assim, esse material é apto para servir como superfície de separação entre a linha anastomótica e as outras estruturas abdominais, não permitindo o contacto com as aderências, tornando os dados coletados mais específicos.

5.5 - TESTES DE RESISTÊNCIA MECÂNICA

Os testes de resistência mecânica neste trabalho foram baseados em três métodos:

- 1 - Pressão de ruptura à distensão por líquido
- 2 - Força de ruptura à tração
- 3 - Tensão resultante final à ruptura por tração

5.5.1 - PRESSÃO DE RUPTURA À DISTENSÃO

A pressão de ruptura à distensão é uma forma de teste de resistência à insuflação gasosa ou líquida, a qual permite a avaliação da pressão necessária para romper de forma puntiforme ou parcial a anastomose (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990).

Esse princípio físico-mecânico foi utilizado pela primeira vez, há quase um século por CHLUMSKY (1899)² e empregado por vários pesquisadores nacionais (CARRIL, 1970; ROCHA, 1989; BIONDO-SIMÕES et al., 1996 e AMARAL, 1997) e internacionais (CRONIN et al, 1968; JIBORN, 1978a ; BRENNAM et al, 1984 e FOSTER et al, 1986) para a avaliação e análise da cicatrização de anastomoses intestinais.

A característica básica desse teste consiste na insuflação de líquido ou gás em um segmento de alça que contém a linha anastomótica no seu centro até o momento de ruptura. A pressão gerada é registrada por manômetro ou polígrafo.

NELSEN & ANDERS (1966), usando um segmento de intestino delgado de cães, demonstraram diferenças quanto aos resultados obtidos da pressão de ruptura modificando a velocidade de insuflação. Velocidades variando entre dois e 12 mililitros por minuto produziram resultados similares. Em velocidades maiores, como de 50 mililitros por segundo, elevaram de forma significativa a pressão de ruptura.

Além dessas variáveis, existem outros fatores que podem influenciar o processo de medição do parâmetro pressão de ruptura, como o tempo decorrido desde o sacrifício até o momento de submissão ao teste, o tamanho diferente dos segmentos intestinais a serem estudados e os seus respectivos diâmetros, os espasmos fisiológicos das alças intestinais após o manuseio, o dia pós-operatório no qual as anastomoses serão estudadas e o experimento ser realizado em animais vivos ou sacrificados (APRILLI, 1998).

No entanto, quando esses resultados de pressão de ruptura são obtidas dentro de um mesmo estudo, com os animais possuindo características homogêneas e onde o mesmo protocolo experimental é aplicado aos vários grupos experimentais, as comparações dos resultados são válidas (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990).

²CHLUMSKY, V. - Experimentelle Untersuchungen über die verschiedenen. Method der Darmvereinigung. Bruns.Beitr. Klin. Chir., 25: 539-600, 1899 *apud* Hendricks and Mastboom, 1990, p. 891.

O estudo no quinto dia de pós-operatório foi escolhido em função do momento crítico que ele representa nas complicações cirúrgicas das anastomoses.

O método de pressão de ruptura somente é válido se o rompimento ocorrer na linha de sutura. Após o período de uma semana as rupturas ocorrem predominantemente fora da anastomose, invalidando esse método (NELSEN & ANDERS, 1966; JIBORN et al, 1978a; HESP et al, 1984; HJORTRUP et al, 1986 e MARTINS et al, 1992). No presente trabalho, a ruptura sempre ocorreu na própria anastomose.

Após o sacrifício dos animais, foram feitas as ressecções dos espécimes contendo as anastomoses e esses foram colocados na solução de cloridrato de papaverina. O procedimento tem a finalidade de diminuir o fator espasmo do cólon minimizando a interferência nos resultados obtidos (NARESSE, 1990).

No quinto dia pós-operatório, a ação de aderências influenciou a resistência nas linhas de sutura, aumentando-a. Os três subgrupos, independentes, foram extraídos de uma mesma população, confirmado por teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis, onde o p-valor foi de 0,0001.

O subgrupo 1.1 (aderências intactas), sob o teste de pressão de ruptura, apresentou a média de 213,8 mmHg enquanto que no subgrupo 2.1 (aderências removidas) obteve-se a média de 183,4 mmHg e no subgrupo 3.1 (ausência de aderências-P.V.C.) o valor de 146,0 mmHg. Pode-se notar claramente a diferença entre os valores coletados após a realização dos testes nos respectivos grupos confirmados pela aplicação estatística.

Esse fato ocorreu em função do subgrupo 1.1 ter tido a presença das aderências sobre a linha anastomótica de forma integral, isto é, durante os cinco dias que seguiram-se ao ato cirúrgico essas aderências promoveram os seus efeitos benéficos por meio das ações biológicas e das ações mecânicas.

No subgrupo 2.1, o valor da média encontrada em relação a média do subgrupo 1.1 representou 85,78 por cento. Quando analisado pelo teste estatístico de Mann-Whitney esse valor foi significativamente menor para $p=0,0085$. Essa diferença se deve ao fato do subgrupo 2.1 somente ter recebido os efeitos benéficos da ação biológica das aderências, pois com a retirada, o efeito da ação mecânica foi removido. Além disso, por mais cuidadosa

e minuciosa que seja a técnica empregada na retirada das aderências, provavelmente micro-traumas foram gerados sobre a linha de sutura promovendo a diminuição da sua resistência, idéia este também defendida por outros pesquisadores (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990 e APRILLI, 1998).

O subgrupo 3.1 apresentou a menor média de pressão de ruptura entre os três subgrupos, representando 68,28 por cento em relação a média do subgrupo 1.1 ($p=0,0001$) e 79,6 por cento em relação a média do subgrupo 2.1 ($p=0,003$). A particularidade desse grupo foi a ausência tanto da ação biológica quanto da ação mecânica das aderências na cicatrização das anastomoses, pois a anastomose estava protegida pela película de P.V.C. durante todo o experimento.

Sem a ação benéfica das aderências, a anastomose torna-se menos resistente ao teste de ruptura à pressão. Porém, não ocorreu deiscência em nenhum animal.

As diferenças metodológicas fazem com que os resultados colhidos neste trabalho seja de difícil confrontação com os resultados de outros trabalhos. Mesmo assim, pesquisas seguindo o parâmetro mecânico pressão de ruptura em anastomoses de ratos, chegaram a resultados similares, mostrando que as aderências promovem aumento na resistência mecânica da anastomose, principalmente na fase inicial do processo de cicatrização intestinal (BRENNAM et al, 1984; FOSTER et al, 1986 e GARCIA-OLMO et al, 1996)

5.5.2 - FORÇA DE RUPTURA À TRACÇÃO

A força de ruptura é um parâmetro mecânico bastante utilizado na literatura para a avaliação do processo de cicatrização intestinal. Esse método permite analisar a resistência de uma anastomose pela submissão da linha de sutura às forças opostas no sentido longitudinal. Foi realizada pela primeira vez por HERRMANN et al (1964) e posteriormente seguido por vários pesquisadores em trabalhos realizados tanto no âmbito nacional como internacional (JIBORN et al, 1978b; BLOMQUIST et al, 1984; UDÉN et al, 1988; NARESSE, 1990 e LEITE et al, 1993).

Existem na literatura muitos métodos experimentais que utilizam esse princípio físico-mecânico, mas as características básicas centralizam-se sobre a ação de uma força

com aspecto uniaxial e perpendicular em relação a linha de sutura geralmente postada na região mediana da alça.

Freqüentemente, essa força pode ser imposta sobre a alça de uma forma contínua e constante (JIBORN et al, 1978b) ou representada por aumentos em intervalos (HILLAN et al, 1988). E em ambas as formas, a força no momento de ruptura é registrada por meio de um tensiômetro.

Além disso, as anastomoses podem ser testadas de forma parcial, por um fragmento contendo uma parte da linha de sutura, freqüentemente representada por uma tira (MUNDAY & MCGINN, 1976) ou por toda a extensão (JIBORN et al, 1978b; NARESSE, 1990 e NIERI, 1999).

Existem muitas dificuldades em obter fitas contendo parcialmente a linha de sutura de forma padronizada para todos os segmentos intestinais a serem estudados. Isso se deve à elasticidade da parede, além de que esses fragmentos não podem representar a anastomose integralmente. Em virtude dessas diferenças entre os múltiplos protocolos experimentais, é difícil correlacionar os resultados obtidos.

Como em todos os parâmetros de teste de avaliação da resistência, a força de ruptura à tração também é passível de críticas. As alças intestinais freqüentemente são fixas na sua extremidade com garras, as quais promovem a danificação das estruturas da parede, podendo alterar assim os resultados obtidos. Outro ponto negativo é o difícil posicionamento das garras com ou sem dente em posição paralela a linha de sutura, pois o não posicionamento correto da preensão leva a uma distribuição desigual das forças aplicadas sobre a linha de sutura, tornando as medidas não precisas (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990). Todavia, uma razão que faz com que este método seja bastante utilizado é que as rupturas ocorrem na linha anastomótica não somente na fase inicial do processo de cicatrização, mas podendo ocorrer até o 28 dia, estendendo o período experimental a ser estudado diferentemente da pressão de ruptura (JIBORN et al, 1978b). Neste presente experimento, todas as rupturas ocorreram na linha anastomótica.

Uma das características primordiais na realização de um método experimental é a tentativa de buscar a minimização das variáveis, buscando resultados mais fidedignos. Pode-

se ressaltar sob este ponto de vista, a construção de um tensiômetro por pesquisadores brasileiros com a finalidade de medir esse parâmetro físico-mecânico com alto grau de precisão (NARESSE et al, 1987).

No presente trabalho, apesar de seguir os mesmos princípios mecânicos da força de tração, foram modificadas algumas características na tentativa de diminuir as variáveis descritas anteriormente. Os segmentos de alça a serem testados foram fixados em canhões do cateter número 18 com morfologia cilíndrica e a anastomose foi submetida à tração e testada em sua forma integral. Além disso, a alça foi enchida por solução fisiológica com o objetivo de sensibilizar o momento exato de ruptura captado pelo polígrafo anexo ao sistema. Quando esse fato ocorreu, a curva de registro no gráfico do polígrafo retornou imediatamente à sua linha de base, pela perda do líquido, pois a pequena pressão gerada no seu interior com a tração, que variou entre zero e 10 milímetros de mercúrio, estava distribuída homogeneamente em todos os pontos dentro do sistema, como diz o princípio de Pascal.

Semelhante à outros dois tipos de medição, pressão de explosão e tensão de explosão, a força de ruptura à tração depende também do tempo desde o sacrifício do animal até o momento em que a alça intestinal foi submetida ao teste mecânico, da presença ou não das aderências sobre a linha de sutura, do nível de espasmo do segmento após o manuseio e da velocidade de tração (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990). Neste trabalho, uniformizou-se o tempo gasto entre o sacrifício do animal até o momento do início do teste para que todos os segmentos intestinais submetidos ao parâmetro de resistência mecânica tivessem aspectos semelhantes. A utilização da imersão da alça em solução contendo cloridrato de papaverina em tempos iguais contornou o quadro de espasmo instalado após o manuseio (GOTTRUP, 1980).

Os valores das médias dos três subgrupos adquiridos foram as seguintes:

- Subgrupo 1.2- 202,883 gf (aderências intactas)
- Subgrupo 2.2- 143,304 gf (aderências removidas)
- Subgrupo 3.2- 113,496 gf (ausência de aderências)

A inter-relação entre o subgrupo 2.2, o subgrupo 3.2 com o subgrupo 1.2 foi de 71% e 55%, respectivamente, enquanto que o subgrupo 3.2 representou 79% da média do subgrupo 2.2. Ocorreu uma diminuição entre as forças de tração do subgrupo 1.2 para 2.2 assim como para 3.2.

O maior valor de força de ruptura à tração observado no subgrupo 1.2, que foi caracterizado pela permanência das aderências fisiológicas no local das anastomoses, provavelmente ocorreu em função das ações benéficas promovidas tanto pelas ações biológicas como pelas ações mecânicas.

No subgrupo 2.2, não se conseguiu uma uniformidade na retirada das aderências, apesar de todos os cuidados impostos sobre o método. Pode ter ocorrido a possibilidade de micro-traumas sobre a linha de sutura e a não remoção integral das aderências. Mesmo assim, esse subgrupo apresentou valores acima dos valores obtidos para o subgrupo 3.2. A possibilidade desse fato sugere a presença das ações biológicas durante os cinco dias que se seguiram ao ato cirúrgico, promovendo o aumento parcial da sua resistência, pois as ações mecânicas foram retiradas quando se realizou a remoção das aderências.

No subgrupo 3.2, com a ausência das aderências na anastomose em todos os momentos, não ocorreram as ações benéficas, tornando-se assim o subgrupo em que se obteve o menor valor de resistência da força de ruptura à tração.

Esses dados sugerem que as aderências são fatores importantes para o aumento da resistência da anastomose no pós-operatório.

5.5.3 - TENSÃO RESULTANTE FINAL DE RUPTURA À TRAÇÃO

A tensão resultante final de ruptura à tração é um parâmetro mecânico que possui a finalidade de medir a resistência da parede do cólon .

Durante muito tempo, os testes de resistência de anastomoses cólicas, foram realizados por meio de três principais parâmetro mecânicos:

- Pressão de ruptura
- Tensão de explosão

- Força de tração.

Todos estes métodos apresentam as suas deficiências e possibilidades de críticas, e o ponto crucial está no fato da dificuldade em se trabalhar com materiais biológicos, como é o caso das alças intestinais. Essas alças, dentro da cavidade abdominal, possuem gases, líquidos e materiais sólidos no seu interior e os movimentos peristálticos fisiológicos fazem com que esses conteúdos sejam submetidos à propulsão exercendo tensões em várias direções.

Dessa forma, as tensões exercidas sobre a parede intestinal são representadas pelos seguintes componentes:

- Circunferencial
- Longitudinal
- Radial

Neste experimento foram avaliados e analisados esses três componentes com a finalidade de sensibilizar o parâmetro físico-mecânico, tornando o teste mais fisiológico e real.

As características básicas quanto ao sistema de tração foram similares em relação ao teste de ruptura à tração.

O componente circunferencial no segmento de alça intestinal cólica foi determinado pela tensão circunferencial. Essa tensão originou-se conjuntamente com o componente longitudinal a partir do momento em que foi adicionada a solução fisiológica no sistema de tração mesmo esse estando inicialmente em situação de equilíbrio. O sistema de tração foi formado por um conjunto de vasos comunicantes e fechado nas suas extremidades, o que não permitiu variação de volume desde o início da tração até o momento final. Essa característica se deve à ausência de movimento fugal do líquido do segmento de alça para outras partes do sistema ou perda de líquido até o momento exato antes da ruptura.

Sendo assim, o intestino sofre a imposição da força no sentido axial, assumindo um comportamento de estiramento, o que faz com que sofra um aumento em seu comprimento, diminuindo concomitantemente o raio na tentativa de manter o estado isovolumétrico. A

solução contida dentro do sistema sofre compressão da parede da alça, mas como esse líquido possui a propriedade de ser incompressível, a diminuição do raio pela tração em certo momento tende a diminuir. Com a diminuição, o componente longitudinal tende a ser mais solicitado.

Pelas compressões das paredes dos segmentos de alças intestinais sobre o líquido intraluminal, originaram-se pressões transmuralis. Essas pressões, registradas no polígrafo, distribuem-se igualmente em todos os pontos internos do segmento de alça e do sistema segundo o princípio de Pascal. Esses registros mostraram uma curva ascendente e posterior formação de platô. Podem ser notados alguns pequenos ajustes até que essa curva sofra uma queda abrupta mostrando o momento exato da ruptura da anastomose.

Essa situação de formação de platôs antes da queda abrupta mostrou a pouca variação da pressão transmural sobre a parede intestinal, sugerindo que durante esse estágio, o componente longitudinal foi realmente o mais solicitado para a manutenção do volume constante.

A partir do momento em que na alça intestinal, com morfologia cilíndrica, ocorreu a formação da pressão interna transmural, originaram-se assim duas tensões; uma tensão longitudinal, que é representada pela metade do produto da pressão transmural pelo raio interno dividido pela espessura da parede no momento de ruptura e outra tensão, a circunferencial, que foi calculada pelo produto da pressão transmural pelo raio interno, dividido pela espessura da parede no momento de ruptura (NASH, 1982).

Além da pressão interna ocorreu a ação de uma força no sentido axial, originando a tensão longitudinal adicional, caracterizada pelo quociente da força aplicada sobre a área de secção transversa do segmento intestinal no momento de ruptura. A soma dessa tensão longitudinal adicional com a tensão longitudinal gerada pela pressão transmural foi denominada tensão longitudinal resultante, a qual representa o componente axial da força exercida na parede da alça (DOBRIN, 1983 e NASH, 1982).

A força de tração, neste trabalho experimental, foi medida desde o início do movimento de tração até o momento de ruptura da anastomose por meio de um dinamômetro e registrada pela filmadora acoplada ao sistema..

O terceiro componente atuando, é a tensão radial, que tem o seu valor representado pela metade da pressão transmural no momento de ruptura da anastomose (NASH, 1982). Esse componente não entrou no cálculo da tensão resultante final de ruptura à tração, pois o seu valor é ínfimo em relação às tensões circunferencial e longitudinal resultante final.

A avaliação e análise neste trabalho foi então focalizada nas duas tensões de maior impacto no ponto de ruptura da linha anastomótica. Como a tensão circunferencial assume característica vetorial exatamente perpendicular à tensão longitudinal resultante, o valor da tensão resultante final de ruptura à tração foi obtido pelo teorema de Pitágoras.

O impacto dessa tensão resultante sobre o segmento de alça preenchido com líquido representa a ação da força com característica biaxial, com os seus componentes circunferencial e longitudinal.

O subgrupo 1.3, com as aderências fisiológicas intactas ao redor da linha anastomótica, apresentou o maior valor de tensão resultante final de ruptura à tração nos três subgrupos avaliados. A média encontrada foi de 10034845,5 dinas por centímetro elevado ao quadrado. O subgrupo 2.3, caracterizado pela retirada das aderências das linhas de sutura antes da realização do teste, apresentou média de 6796815,53 dinas por centímetro elevado ao quadrado, enquanto que para o subgrupo 3.3, caracterizado pela ausência de aderências em virtude da proteção de P.V.C., apresentou média de 4514167,27 dinas por centímetro elevado ao quadrado.

Quando analisado pelo teste estatístico Mann-Whitney, comparação dois a dois, o subgrupo 1.3 em relação ao subgrupo 2.3 obteve-se a diferença significativa para p -valor = 0,022 e p -valor = 0,0002 em relação ao subgrupo 3.3; o subgrupo 2.3 quando comparado com o subgrupo 3.3 encontrou-se o p -valor = 0,0118.

Pode-se inferir que essa diferenciação de valores entre os subgrupos foi também decorrente das ações benéficas de aderências sobre a linha de sutura como previamente determinado.

5.6 - COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS MECÂNICOS: PRESSÃO DE RUPTURA À DISTENSÃO, FORÇA DE RUPTURA À TRAÇÃO E TENSÃO RESULTANTE FINAL DE RUPTURA À TRAÇÃO

No quinto dia pós-operatório, todos os subgrupos comportaram-se de forma semelhante quando submetidos aos seus respectivos testes de medição: pressão de explosão à distensão por líquido, força de ruptura à tração e pelo teste tensão resultante final de ruptura à tração.

A pressão de explosão à distensão, com a característica uniaxial, determinou a diferenciação entre os subgrupos 1.1, 2.1 e 3.1 quanto à imposição da resistência necessária para romper a anastomose. De forma decrescente, o subgrupo 1.1 (aderência intacta) apresentou uma pressão de explosão significativamente maior em relação ao subgrupo 2.1 (aderência removida) e esse último, um valor maior que o subgrupo 3.1 (ausência de aderência).

Os resultados obtidos nos subgrupos submetidos à medição da força de ruptura à tração e da tensão resultante final de ruptura à tração, também seguiram as mesmas características de distribuição em relação à pressão de ruptura à distensão. Os subgrupos com aderências intactas exigiram maior imposição de resistência para romper a anastomose em relação aos subgrupos com aderências removidas enquanto que os subgrupos com ausência de aderências apresentaram as anastomoses de menor resistência.

Em relação ao teste de força de ruptura à tração, alguns autores acreditam que esse método seja menos fisiológico em relação à pressão de explosão (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990 e APRILLI, 1998).

Neste trabalho, apesar de serem distintas as características físicas e mecânicas empregadas nos dois parâmetros, a pressão de ruptura à distensão e força de ruptura à tração, os resultados obtidos das ações de aderências nas linhas anastomóticas foram similares.

A tensão resultante final de ruptura à tração é um método mecânico biaxial, que se decompõe nos componentes circunferencial e longitudinal, agindo simultaneamente em todos os pontos do segmento de cólon testado.

Além desses fatores, o tempo, que grande parte das vezes não é citado na análise dos resultados ou nem considerado, está incluso nesse sistema de medição, caracterizando assim a propriedade elástica da alça intestinal, pois o comprimento final (h) no momento de ruptura é diretamente dependente do fator tempo.

Confrontando os três métodos mecânicos, pressão de explosão à distensão por líquido, a força de ruptura à tração e a tensão resultante final de ruptura à tração, os resultados alcançados foram semelhantes, sugerindo que o teste tensão resultante final de ruptura à tração é válida para a avaliação da cicatrização anastomótica intestinal, dentro das condições experimentais do presente trabalho.

Cabe ressaltar que os estudos no campo do processo de cicatrização cirúrgica das anastomoses têm sido frequentemente realizados confrontando diferentes parâmetros tais como mecânico-bioquímico (NARESSE, 1990), mecânico-histológico (ROCHA, 1989), clínico-mecânico (AMARAL, 1997).

Convém lembrar que a comparação entre parâmetros pertencentes ao mesmo grupo, por exemplo, mecânico-mecânico, também é muito importante, pois possui o objetivo de trazer novos subsídios para o melhor entendimento tanto do fenômeno de medição específico, como da reparação tecidual, e que deve ter íntima correlação com os eventos bioquímicos tissulares de reparação.

5.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações de aderências no processo de cicatrização intestinal são bastante complexas, assim como a utilização de métodos para testar essas influências.

Existe uma infinidade de investigações utilizando-se apenas o método físico-mecânico (JIBORN et al, 1978a e JIBORN et al, 1978b) ou histológicos (MEDEIROS, 1982) ou bioquímicos (JIBORN et al, 1978c) e mais recentemente a combinação entre as

metodologias apresentados em um mesmo trabalho (ROCHA, 1989; NARESSE, 1990 e APRILLI, 1998).

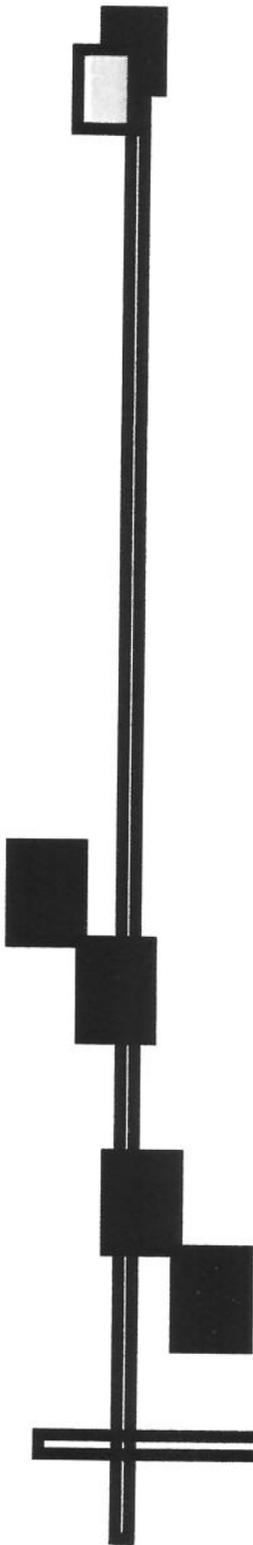
São poucos os trabalhos na literatura onde em um mesmo experimento são confrontados dois métodos de medição com comportamento mecânico (HENDRICKS & MASTBOOM, 1990).

Neste trabalho, é mostrada a ação de aderências no quinto dia pós-operatório em anastomose cólica do rato pela utilização de três métodos mecânicos, dois deles tradicionais na literatura, a pressão de ruptura à distensão por líquido e a força de ruptura à tração, e outro método, a tensão resultante final de ruptura à tração.

Independentemente do método utilizado, os resultados obtidos foram semelhantes, ou seja, as aderências promovem uma maior resistência na linha de sutura no quinto dia pós-operatório.

Tais resultados evidenciam a existência de correlações entre esses três métodos quando confrontados na fase inicial do processo de reparo tecidual cólico.

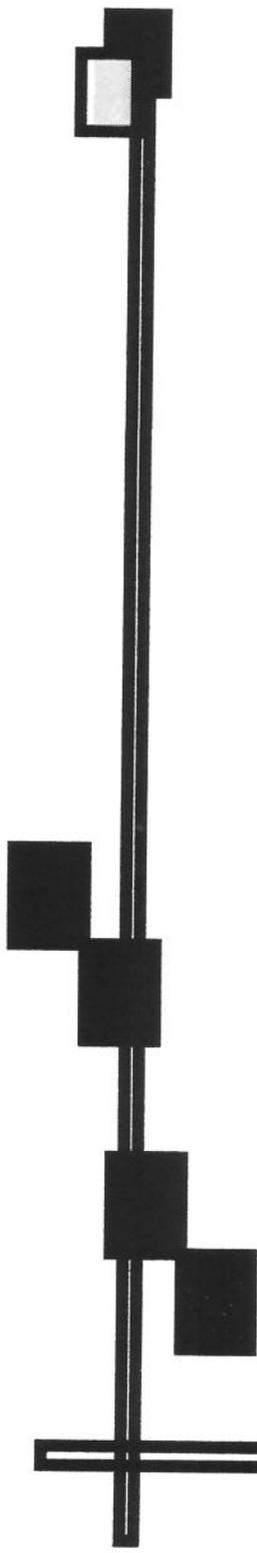
Apesar da alta incidência de complicações gerada pelas aderências, principalmente no que se refere à obstrução intestinal, neste trabalho, pelos resultados colhidos, essas estruturas são importantes na fase inicial do processo de reparação tecidual, pois aumentam a resistência das anastomoses e, portanto, merecem investigações para melhor compreensão do seu comportamento.



6. CONCLUSÕES

As avaliações e análises obtidas dos resultados deste trabalho, permitem concluir que:

1. As aderências abdominais exerceram influências no aumento da resistência sobre as anastomoses cólicas em rato no quinto dia pós-operatório.
2. O grupo 3, cuja característica foi a ausência de aderências ao redor das anastomoses, em função da proteção pelo P.V.C., apesar dos valores de resistência mecânica das anastomoses obtidos serem inferiores em relação aos grupos de aderências intactas (1) e de aderências removidas (2), foi igualmente seguro até o quinto dia pós-operatório, pois nenhum animal apresentou deiscência anastomótica.
3. O teste pressão de explosão à distensão por líquido segue o mesmo comportamento no quinto dia pós-operatório em relação à força de ruptura à tração e em relação ao teste tensão resultante final de ruptura à tração, embora apresentassem características físicas-mecânicas diferentes.
4. O teste mecânico biaxial tensão resultante final de ruptura à tração é válido para o estudo da razão tecidual em anastomoses cólicas em ratos no quinto dia pós-operatório.



7. SUMMARY

The present work was realized to evaluate the influence of abdominal adhesions in the distal colon rat's anastomoses wound healing process.

Although intra-abdominal adhesions may cause one of the most important surgery complications, the intestinal obstruction, vast majority of them may be useful with protective action in the intestinal cicatrization process.

Another important aspect also considered in this experimental work is the mechanical test methods and parameters used to analyses the influence of adhesions in a resistance of the intestinal anastomoses.

Three mechanical tests were applied in this study; two of them are one axis featured test: the bursting strength and breaking strength; the last one, a original methodology is a two axis featured, named final resultant tension of rupture.

Through this point of view, the aim of this experimental work is to present a contribution to this important medical research area.

The experimental procedure included the utilization of ninety Wistar male rats, divided into three groups of thirty animals each.

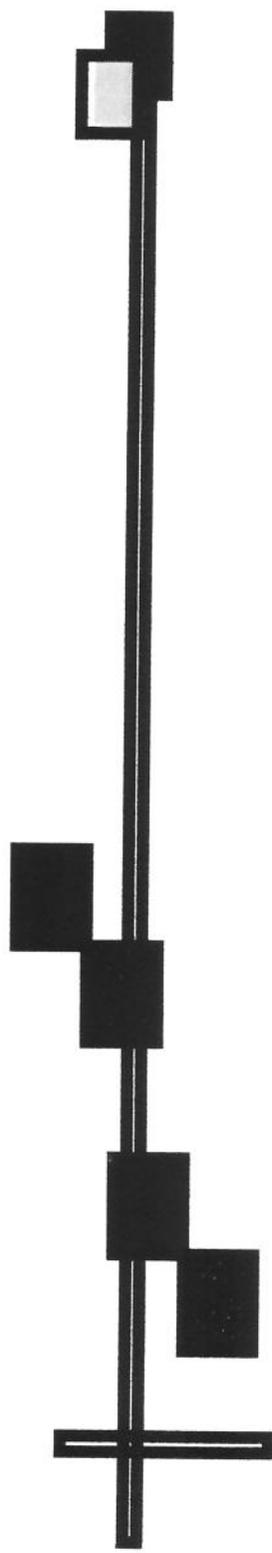
The group 1 was characterized with the presence of adhesions in the colonic segment anastomoses during mechanical test performance; group 2 had the anastomoses adhesions removed before the mechanical test and finally the last group, group 3 was free of adhesions in the anastomoses of intestinal segments during the tests.

In the fifty post surgery day, the evaluation of the distal colonic anastomoses resistance was performed by bursting strength (subgroup 1.1, 2.1, 3.1), breaking strength (subgroup 1.2, 2.2, 3.2) and final resultant tension of rupture (subgroup 1.3, 2.3, 3.3).

The analysis of the results allowed to concluded that:

1. In fifty post surgery day, intra-abdominal adhesions raised the distal colonic anastomoses mechanical resistance in rat.

2. The P.V.C. protected group (group 3), presented lower anastomoses mechanical resistance values comparing to the other groups, but the P.V.C. protected group were as safe as the other groups because no anastomotic leakage happened.
3. The bursting strength mechanical test behavior is the same comparing to breaking strength test behavior and final resultant tension of rupture behavior in fifty post surgical day at rat's colonic anastomoses in spite of their different physical-mechanical characteristic.
4. In fifty post surgery day, the final resultant tension of rupture is a valid methodology to study the wound healing of experimental colonic anastomoses in rat.



8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOWITZ, H.B. & Mc ALISTER, W.H. - A comparative study of small-bowel anastomoses by angiography and microangiography. *Surgery*, **66**: 564-569, 1969.
- ABRAMOWITZ, H.B. & BUTCHER Jr., H.R. - Everting and inverting anastomoses. An experimental study of comparative safety. *Am. J. Surg.*, **121**: 52-56, 1971.
- ADAMS, W. ; CTERCTEKO, G. ; BILOUS, M. - Effect of an omental wrap on the healing and vascularity of compromised intestinal anastomoses. *Dis. Colon. Rectum*, **35**: 731-738, 1992.
- AMARAL, C.A.R. - **Estudo comparativo entre anastomoses realizadas com sutura manual e com a técnica de compressão sem sutura com anel biofragmentável: trabalho experimental em cães.** Campinas, 1997. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- APRILLI, F. ; CARRIL, C.F. ; GUIMARÃES, A.S. ; FERREIRA, A.L. - Estudo comparativo da segurança de três tipos de anastomoses intestinais: trabalho experimental no intestino delgado do cão. *Rev. Ass. Med. Bras.*, **21**: 307-308, 1975.
- APRILLI, F. ; GUIMARÃES, A.S.; ROCHA, J.J.R. - Anastomoses intestinais. In: Silva Jr., O.C. - Modelos experimentais de pesquisa em cirurgia. Capítulo 38, primeira edição, Robe editorial, São Paulo, 1998.
- BALLANTYNE, G.H. - Intestinal suturing. Review of experimental foundations for traditional doctrines. *Dis. Colon Rectum*, **26**: 836-843, 1983.
- BECKER, J.M. ; DAYTON, M.T. ; FAZIO, V.W - Prevention of postoperative abdominal adhesions by a sodium hyaluronate-based bioresorbable membrane: A prospective, randomized, double-blind multicenter study. *J. Am. Coll. Surg.*, **183**: 287-306, 1996.

- BIONDO-SIMÕES, M.L.P. ; KOPPE, G.L. ; HANSELL, H. ; RASÁRIO, M.A.K. ; MALAFAIA, O. - Uso de adesivo biológico em anastomoses intestinais. Estudo experimental em cães. **Acta Cir. Bras.**,7: 151-153, 1992.
- BLOMQUIST, P. ; JIBORN, H. ; ZEDERFELT, B. - The effect of relative bowel rest on healing of colonic anastomoses: breaking strength and collagen in the colonic wall following left colon resection and anastomosis in the rat. **Acta Chir. Scand.**, 150: 671-675, 1984.
- BRENNAM, S.S ; PICKFORD, I.R. ; EVANS, M. ; POLLOCK, A.V. - Staples or sutures for colonic anastomosis- a controlled clinical trial. **Brit. J. Surg.**, 69: 722-724, 1982.
- BRENNAM, S.S. ; FOSTER, M.E. ; MORGAN, A. ; LEAPER, D.J. - Prostaglandins in colonic anastomotic healing. **Dis. Colon Rectum**, 27: 723-725, 1984.
- BRIDGES, J.B. & WHITTING, H.W. - Parietal peritoneal healing in the rat. **J. Path. Bact.**, 87: 123-130, 1964.
- BUBRICK, M.P. ; CORMAN, M.L. ; CAHILL, C.J. ; HARDY, T.G. ; NANCE, C. ; SHANTNEY, C.H. - Prospective, randomized trial of biofragmentable anastomosis ring. **Am. J. Surg.**, 161: 136-141, 1991.
- BUCKMAN, R.F. ; BUCKMAN, H.U. ; HUFNAGEL, A.S. ; GERVIN, A. - A physiological basis for the adhesion-free healing of deperitonealized surfaces. **J. Surg. Res.**, 21: 67-76, 1976b.
- BUCKMAN, R.F. ; WOODS, M. ; SARGENT, L. ; GERVIN, A.S. - Unifying pathogenetic mechanism in the etiology of intraperitoneal adhesions. **J. Surg. Res.**, 20: 1-5, 1976a.
- BURCH, J.M. ; MOORE, E.E. ; MOORE, F.A. ; FRANCIOSE, R. - The abdominal compartment syndrome. **Surg. Clin. N. Am.**, 76: 833-842, 1996.

- CALI, R.L. ; SMYRC, T.C. ; BLATCHFORD, G.J. ; THORSON, A.G. ; CHRISTENSEN, M.A. - Effect of Prostaglandin E1 and steroid on healing colonic anastomosis. **Dis. Colon Rectum**, **36**: 1148-1151, 1993.
- CANALIS, F. ; RAVITCH, M.M. - Study of healing of inverting and everting intestinal anastomoses. **Surg. Gynecol. Obstet.**, **126**: 109-114, 1968.
- CARRIL, C.F. - **Anastomoses intestinais: métodos invaginantes e métodos por aposição em mesmo alinhamento. Estudo experimental comparativo com apresentação de um processo original.** Ribeirão Preto, 1970. [Tese de Livre-Docência - Faculdade de Medicina e Ribeirão Preto da U.S.P.].
- CARTIER, R. ; BRUNETTE, I. ; HASHIMOTO, K. ; BOURNE, W.N. ; SCHAFF, H.V. - Angiogenic factor: A possible mechanism for neovascularization produced by omental pedicles. **J. Thorac. Cardio. Surg.**, **99**: 264-268, 1990.
- CHEADLE, W.G. ; GARR, E.E. ; RICHARDSON, J.D. - The importance of early diagnosis of small bowel obstruction. **Am. Surg.**, **54**: 565-569, 1988.
- CHRISTEN, D. & BUCKMANN, R.F. - Peritoneal Adhesions after Laparotomy: Prophylatic Mesures. **Hepato-Gastroenterol.**, **38**: 283-286, 1991.
- CHRISTENSEN, H. ; LANGFELT, S. ; LAURBERG, S. - Bursting strength of experimental colonic anastomoses. A methodological study. **Europ. Surg. Res.**, **25**: 38-45, 1993.
- COHEN, S.R. ; CORNELL, C.N. ; COLLINS, M.H. ; SELL, J.E. ; BLANC, W.A. ; ALTMAN, R.P. - Healing of ischemic colonic anastomoses in the rat: Role of antibiotic preparation. **Surgery**, **97**: 443-447, 1985.
- CRONIN, K. ; JACKSON, D.S. ; DUNPHY, J.E. - Changing bursting strength and collagen content of the healing colon. **Surg. Gynecol. Obstet.**, **126**: 747-753, 1968.

- DeCHERNEY, A.H. ; diZEREGA, G.S. - Clinical problem of intraperitoneal postsurgical adhesion formation following general surgery and the use of adhesion prevention barriers. **Surg. Clin. N. Am.**, 77: 671-689, 1997.
- DOBRIN, P.B. - Vascular mechanics. In: The cardiovascular system. Handbook of physiology. Seção 2, vol. 3, parte 1, p. 65-102, American Physiology Society, Bethesda, Maryland, 1983.
- ELLIS, H. - The aetiology of post-operative abdominal adhesions. An experimental study. **Brit. J. Surg.**, 50: 10-16, 1962.
- ELLIS, H. - The cause and prevention of post-operative intraperitoneal adhesions. **Surg. Gynecol. Obstet.**, 133: 497-511, 1971.
- ELLIS, H. - Wound repair- reaction of the peritoneum to injury. **Ann. R. Coll. Surg.**, 60: 219-221, 1978.
- ELLIS, H. - The causes and prevention of intestinal adhesions. **Br. J. Surg.**, 69: 241-243, 1982.
- EVERETT, W.G. - A comparison of one layer and two layer techniques for colorectal anastomosis. **Brit. J. Surg.**, 62: 135-140, 1975.
- FAGUNDES, J.J. - **Resultado do tratamento do câncer do terço médio do reto pela retocolectomia abdominoperineal com anastomose retardada.** Campinas, 1986. [Dissertação de Mestrado- Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- FAGUNDES, J.J. - **Estudo comparativo da cicatrização de anastomoses cólicas realizadas com auxílio do bisturi laser de dióxido de carbono: trabalho experimental em cães.** Campinas, 1990. [Tese de Doutorado- Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- FERGUSON, M.K. - The effect of anti-neoplastic agents on wound healing. **Surg. Gynecol. Obstet.**, 154: 421-429, 1982.

- FORRESTER, J.C. - Mechanical, biochemical, and architectural features of surgical repair. **Adv. Biol. Med. Phys.**, **14**: 1-34, 1973.
- FOSTER, M.E. ; JOHNSON, C.D. ; BILLINGS, P.J. ; DAVIES, P.W. ; LEAPER, D.J. - Intraoperative antegrade lavage and anastomotic healing in acute colonic obstruction. **Dis. Colon Rectum**, **29**: 255-259, 1986.
- FUNG, Y.C. - Elasticity of soft tissues in simple elongation. **Am. J. Phys.**, **213**: 1532-1544, 1967.
- FURST, M.B. ; STROMBERG, B.V. ; BLATCHFORD, G.J. ; CHRISTENSEN, M.A. ; THORSON, A.G. - Colonic anastomoses: bursting strength after corticosteroid treatment. **Dis. Colon Rectum**, **37**: 12-15, 1994.
- GAMBEE, L.P. ; GARNJOBST, W. ; HARDWICK, C.E. - Ten years experience with a single layer anastomosis in colon surgery. **Am. J. Surg.**, **92**: 222-227, 1956.
- GARCIA, G.G. ; CRIADO, F.J.G. ; PERSONA, M.A.B. ; ALONSO, A.G. - Healing of colonic ischemic anastomoses in the rat: Role of superoxide radicals. **Dis. Colon Rectum**, **41**: 892-895, 1998.
- GARCIA-OLMO, D. ; LUCAS, F.J. ; PAYA, J. - Relationship between peritoneal adhesions phenomena and the experimental resistance of colonic anastomoses: Influence of Omentoplasty. **Europ. Surg. Res.**, **28**: 315-322, 1996.
- GOLIGHER, J.C. ; GRAHAN, N.G. ; DE DOMBAL, F.T. - Anastomotic dehiscence after anterior resection of rectum and sigmoid. **Brit. J. Surg.**, **57**: 109-118, 1970a.
- GOLIGHER, J.C. ; GRAHAM, N.G. ; DE DOMBAL, F.T. ; JOHNSTON, D. - A controlled trial of inverting versus everting intestinal suture in clinical large-bowel surgery. **Brit. J. Surg.**, **57**: 817-822, 1970b.

- GOODSON, W.H. & HUNT, T.K. - Wound healing in experimental diabetes mellitus: importance of early insulin therapy. **Surg. Forum**, **29**: 95-98, 1978.
- GOTTRUP, F. - Healing of incisional wounds in stomach and duodenum. A biomechanical study. **Am. J. Surg.**, **140**: 296-301, 1980.
- HARDER, F. & VOGELBACH, P. - Single-layer end on continuous suture of colonic anastomoses. **Am. J. Surg.**, **155**: 611-614, 1988.
- HARDY, T.G. ; PACE, W.G. ; MANEY, J.W. ; KATZ, A.R. ; KAGANOV, A.L. - A biofragmentable ring for sutureless bowel anastomosis. An experimental study. **Dis. Colon Rectum**, **28**: 484-490, 1985.
- HENDRICKS, T. & MASTBOOM, W.J.B. - Healing of experimental intestinal anastomosis. Parameters for repairs. **Dis. Colon Rectum**, **33**: 891-901, 1990.
- HERRMANN, J.B. ; WOODWARD, S.C. ; PULASKI, E.J. - Healing of colonic anastomoses in the rat. **Surg. Gynecol. Obstet.**, **119**: 169-175, 1964.
- HERSHEY, S.D. ; LUCAS, C.E. ; LEDGERWOOD, A.M. ; CUSHING, R. - Effects of antimicrobials on wound healing. **Surg. Forum**, **33**: 30-31, 1987.
- HESP, F.L. ; HENDRICKS, T. ; LUBBERS, E.J. ; deBOER, H.H.M. - Wound healing in the intestinal wall: a comparison between experimental ileal and colonic anastomoses. **Dis. Colon Rectum**, **27**: 99-104, 1984.
- HILLAN, K. ; NORDLINGER, B. ; BALLETT, F. ; PUTS, J.P. ; INFANTE, R. - The healing of colonic anastomoses after early intraperitoneal chemotherapy: an experimental in rats. **J. Surg. Res.**, **44**: 166-171, 1988.
- HJORTRUP, A. ; NORDKILD, P. ; KJAERGAARD, J. ; STONTOFT, E. ; OLESEN, H.P. - Fibrin adhesive versus sutured anastomosis: a comparative intraindividual study in the small intestine of the pigs. **Brit. J. Surg.**, **73**: 760-761, 1986.

- HOUDART, R. ; LAVERGNE, A. ; VALLEUR, P. ; VILLET, R. ; HAUTEFEVILLE, P. - Vascular evolution of single-layer end on colonic anastomosis. A microangiographic study of 180 anastomoses in the rat from two to 180 days. **Dis. Colon Rectum**, **28**: 475-480, 1985.
- INÁCIO, W. ; MARGARIDO, N.F. ; PERERIRA, V. ; RAHAL, F. - Anastomose esôfago-esôfago cervical com adesivo butil-2-cianoacrilato e fio de algodão em dois planos de sutura. **Rev. Bras. Cir.**, **14**: 101-104, 1987.
- IRVIN, T.T. & HUNT, T.K. - The effect of trauma on colonic healing. **Brit. J. Surg.**, **61**: 430-436, 1974.
- JACQMAIN, R.L. & SHUMACKER, H.B. - Effect of histadyl upon the prevention of peritoneal adhesions. **Am.J. Surg.**, **104**: 20-23, 1962.
- JANSSON, O.K. ; ZILLING, T.L. ; WALTHER, B.S. - Healing of colonic anastomoses; comparative experimental study of glued, manual sutured and stapled anastomoses. **Dis. Colon Rectum**, **34**: 557-562, 1991.
- JIBORN, H. ; AHONEN, J. ; ZEDERFELDT, B. - Healing of experimental colonic anastomoses. I. Bursting strength of the colon after left colon resection and anastomosis. **Am. J. Surg.**, **136**: 587-594, 1978a.
- JIBORN, H. ; AHONEM, J. ; ZEDERFELDT, B. - Healing of experimental colonic anastomoses. II. Breaking strength of the colon after left colon resection and anastomosis. **Am. J. Surg.**, **136**: 595-599, 1978b.
- JIBORN, H. ; AHONEN, J. ; ZEDERFELDT, B. - Healing of experimental colonic anastomosis- The effect of suture technic on collagen concentration in the colonic wall. **Am. J. Surg.**, **135**: 333-340, 1978c.

- JIBORN, H. ; AHONEN, J. ; ZEDERFELDT, B. - Healing of experimental colonic anastomoses. III. Collagen metabolism in the colon after left colon resection. **Am. J. Surg.** **139**: 398-405, 1980a.
- JIBORN, H. ; AHONEN, J. ; ZEDERFELDT, B. - Healing of experimental colonic anastomoses. IV. Effect of suture technique on collagen metabolism in the colonic wall. **Am. J. Surg.**, **139**: 406-413, 1980b.
- JOHNSON, F.R. & WHITTING, H.W. - Repair of parietal peritoneum. **Br. J. Surg.**, **49**: 653-660, 1962.
- KHOURY, G.A. & WAXMANN, B.P. - Large bowel anastomoses. I. The healing process and suture anastomoses. A review. **Brit. J. Surg.**, **70**: 61-63, 1983.
- KIRKEGAARD, P. ; CRISTENSEN, A.B. ; IBSEN, J. ; HEGEDUS, V. ; CRISTIENSEN, J. Experimental nonsuture colonic anastomosis. **Am. J. Surg.**, **139**: 233-236, 1980.
- KOBAYASI, S. & MENDES, E.F. - Sutura contínua em plano único, extra-mucosa sem hemostasia prévia, em gastrojejunoanastomose no cão. **Rev. Ass. Med. Bras.**, **27**: 55-59, 1981.
- KOBAYASI, S. & MENDES, E.F. - Estudo clínico prospectivo entre suturas contínuas, em plano único e em dois planos, em gastrojejunoanastomoses. **Rev. Paul. Med.**, **100**: 11-14, 1982.
- LANTER, B. & MASON, R.A. - Use of omental pedicle graft to protect low anterior colonic anastomosis. **Dis. Colon Rectum**, **22**: 448-451, 1979.
- LEITE, C.V.S. ; NARESSE, L.E. ; SAAD, L.H.C. ; THOMAZINI, I. ; BARRAVIEIRA, B. ; KOBAYASI, S. - Cicatrização intestinal - Efeito da cola derivada de veneno de cobra, na anastomose de cólon em ratos. **Rev. Bras. Colo-Proct.**, **14 (supl.)**: 24, 1994.

- LEONARDI, L.S. - **Resultado do emprego da sutura em plano único extramucoso na cirurgia gástrica.** Campinas, 1973. [Tese de livre Docência- Faculdade de Ciências médicas da UNICAMP].
- LIMJOCO, V.R. - Split single-layer bowel anastomosis: a clinical evaluation. *Wis. Med. J.*, **73**: 101, 1974.
- LINDENBERG, S.; STEENTOFT, P. ; SORENSEN, S.S. ; OLESEN, H.P. - Studies on prevention of intra-abdominal adhesion formation by fibrin sealant: An experimental study in rats. *Acta. Chir. Scand.*, **151**: 525-527, 1985.
- LORD, M.G. ; BROUGHTON, A.C. ; WILLIAMS, H.T.G. - A morphologic study on the effect of suturing the submucosa of the large intestine. *Surg. Gynec. Obstet.*, **146**: 211-216, 1978.
- MAGYAR, D.M. ; HAYES, M.F. ; SPIRTOS, N.J. ; HULL, K.S. ; MOGHISSIS, K.S. -Is traperitoneal dextran 70 safe for routine gynecologic use?. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **152**: 198-204, 1985.
- MANTOVANI, M. ; LEONARDI, L.S. ; ALCANTARA, F.G. ; MEDEIROS, R.R. ; FAGUNDES, J.J. ; HADLER, W.A. - Estudo comparativo entre diferentes variedades de suturas em um e dois planos no intestino delgado. Trabalho experimental no cão. *Rev. Ass. Med. Bras.*, **22**: 79-86, 1976.
- MANTOVANI, M. - **Evolução da cicatrização em anastomoses do intestino grosso de cães em condições de normalidade e sob a ação de drogas imunossupressoras.** Campinas, 1978. [Tese de Livre Docência- Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- MANTOVANI, M.; LEONARDI, L.S. ; ALCÂNTARA, F.G. - Evolução da cicatrização em intestino grosso em condições de normalidade e sob ação de drogas imunossupressoras. Estudo comparativo em cães. *Rev. Paul. Méd.*, **94**: 118-126, 1979.

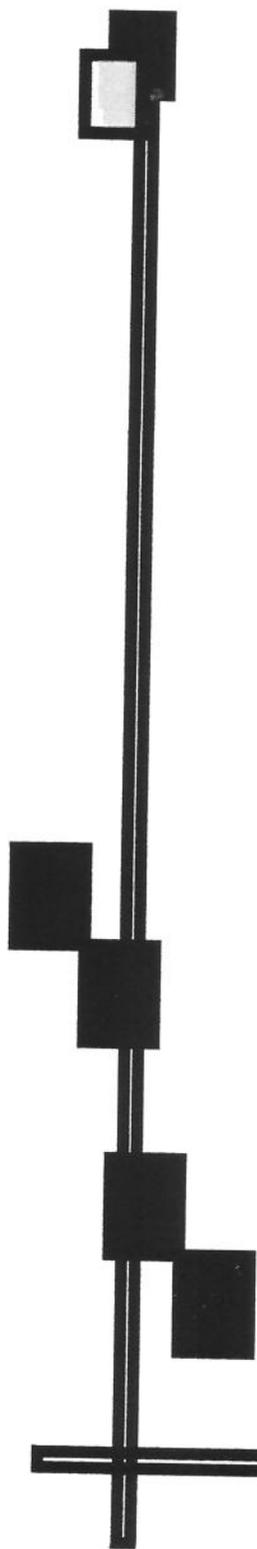
- MARTINS Jr, A. ; GUIMARÃES, A. S. ; FERREIRA, A.L. - Efeito ds corticosteróides na cicatrização de anastomoses intestinais. **Acta Cir. Bras.**,7: 28-30, 1992.
- McCORMICK, E.J. ; RAMSEY, T.L. - Postoperative peritoneal granulomatous inflammation caused by magnesium silicate. **J.A.M.A.**, 116: 817, 1941.
- McENTEE, G. ; PENDER, D. ; MULVIN, D. ; McCULLOUGH, M. - Current spectrum of intestinal obstruction. **Brit. J. Surg.**, 74: 976-980, 1987.
- McLACHLIN, A.D. & DENTON, D.W. - Omental protection of intestinal anastomoses. **Am. J. Surg.**, 125: 134-140,1973.
- McLACHLIN. A.D. ; OLSSON, L.S. ; PITT, D.F. - Anterior anastomosis of the rectosigmoid colon: An experimental study. **Surgery**, 80: 306-311, 1976.
- MEDEIROS, A.C. ; RAMOS, C.C.F. ; FREIRE, T.M.G.L. ; PINTO Jr, F.E.L. ; MEDEIROS P.J. ; MELLO, L.E.B. ; AZEVEDO, F.C. - Uso de adesivo cirúrgico em anastomose de colo. Estudo experimental em ratos. **Acta Cir. Bras.**, 5: 136-140, 1990.
- MEDEIROS, R.R. ; **Estudo comparativo da cicatrização nas anastomoses do esôfago cervical com técnicas de sutura em um e dois planos: trabalho experimental em cães.** Campinas, 1973. [Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- MEDEIROS, R.R. - **Emprego experimental do bisturi elétrico nas anastomoses do intestino grosso. Estudo da cicatrização à microscopia óptica e de polarização.** Campinas, 1982. [Tese de Livre-Docência em clinica cirúrgica- Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- MILLIGAN, D.W. & RAFTERY, A.T. - Observation on the pathogenesis of peritoneal adhesions: a light and electron microscopical study. **Brit. J. Surg.**, 61: 274-280, 1974.
- MINION, D.M. ; MacPHERSON, B.R. ; KILAM, S.K. - Temporary ischemia and healing of colonic anastomoses. **IRCS Med. Sci.**, 10: 498-499, 1982.

- MINOSSI, J.G. - **Ação do diclofenaco de sódio na cicatrização de anastomoses realizadas no íleo terminal e no cólon distal de ratos. Estudo da força de ruptura, hidroxiprolina tecidual e exame histopatológico.** Botucatu, 1995. [Tese de Doutorado- Faculdade de Medicina da UNESP].
- MUCHA, P. - Small intestinal obstruction. *Surg. Clin. N. Am.*, **67**: 597-620, 1987.
- MUNDAY, C. & MCGINN, F.P. - A comparison of polyglycolic acid and catgut sutures in rat colonic anastomoses. *Brit. J. Surg.*, **63**: 870-872, 1976
- MYLLARNIEMI, H. & KARPPINEN, V. - Vascular pattern of peritoneal adhesions. *Br. J. Surg.*, **55**: 605, 1968.
- NARESSE, L.E. ; MENDES, E.F. ; CURI, P.R. ; LUCHIARI, P.H. ; KOBAYASI, S. - Aparelho para medida da força de ruptura das anastomoses intestinais. *Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. U.S.P.*, **42**: 204-208, 1987.
- NARESSE, L.E. - **Efeito da peritonite fecal na cicatrização do cólon distal no rato. Avaliação anátomo-patológica, estudo da força de ruptura e da hidroxiprolina tecidual.** Botucatu, 1990. [Tese de Doutorado- Faculdade de Medicina da UNESP].
- NASH, W.A. - Flexão e torção composta; teoria das falhas. In: Resistência dos Materiais. Capítulo 20, segunda edição, McGraw-Hill, São Paulo, 1982.
- NELSEN, T.S. & ANDERS, C.J. - Dynamic aspects of small intestine rupture with special consideration of anastomotic strength. *Arch. Surg.*, **93**: 309-314, 1966.
- NIERI, T. M. - **Estudo sobre o comportamento mecânico do cólon íntegro e com anastomose. Trabalho experimental em ratos.** Campinas, 1999. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- PERRY, J.F. ; SMITH, G.A. ; YONEHIRO, E.G. - Intestinal obstruction caused by adhesion: A review of 388 cases. *Ann. Surg.*, **142**: 810-816, 1955.

- PORTO, W. - Prevenção da deiscência anastomótica colônica. *Acta Cir. Bras.*, 6: 128-130, 1991.
- QUILICI, F.A. - **Anastomose mecânica e manual em reto extraperitoneal. Estudo comparativo em cães.** Campinas, 1988. [Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP].
- RAVITCH, M.M. ; BROLIN, R. ; KOLTER, J. ; YAP, S. - Studies in the healing of intestinal anastomosis. *World. J. surg.*, 5: 627-637, 1981.
- RAVO, B. ; METWALLY, N. ; CASTERA, P. ; POLANSKI, P.J. ; GER, R. - The importance of intraluminal anastomotic fecal contact and peritonitis in colonic anastomotic leakages. An experimental study. *Dis. Colon Rectum*, 31: 868-871, 1988.
- ROBBINS, G.F. ; BRUNSCHWIG, A. ; FOOTE, F.W. - Deperitonealization: clinical and experimental observations. *Ann. Surg.*, 130: 466-479, 1949.
- ROCHA, J.J.R. - **Estudo comparativo entre sutura contínua e sutura com pontos separados em anastomoses colo-cólicas em plano único. Trabalho experimental em cães.** Ribeirão Preto, 1989 [Tese de Doutorado- Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP].
- ROSSATI, R. ; REBUFFAT, C. ; PEZZUOLI, G. - A new mechanical device for circular compression anastomosis: preliminary results of animal and clinical experimentation. *Ann. Surg.*, 207: 245-252, 1988.
- RUSCA, J.A. ; BORNSIDE, G.H. ; COHN Jr, I. - Everting versus inverting gastrointestinal anastomoses: Bacterial leakage and anastomotic disruption. *Ann. Surg.*, 169: 727-735, 1969.
- SANTOS Jr, J.C.M. - Profilaxia das complicações pós-operatórias no tratamento cirúrgico das doenças do intestino grosso: II- Deiscência da anastomose. *Rev. Bras. Colo-Proct.*, 18: 44-51, 1998.

- SCOTT COOMBES, D.M. ; VIPOND, M.N. ; THOMPSON, J.N. - General surgeons attitudes to the treatment and prevention of abdominal adhesions. **Ann. R. Coll. Surg. Eng.**, **75**: 123-128, 1993.
- SHANDALL, A. A. ; WILLIAMS, G.T. ; HALLETT, M.B. ; YOUNG, H.L. - Colonic healing: a role for polymorphonuclear leucocytes and oxygen radical production. **Brit. J. Surg.**, **73**: 225-228, 1996.
- SINGLETON, A.O. ; ROWE, E.B. ; MOORE, R.M. - Failure of reperitonealization to prevent abdominal adhesions in the dog. **Am. Surg.**, **18**: 789-792 , 1952.
- SOUZA, J.B. ; SOARES, E.G. ; APRILLI, F. - Effect of diclofenac sodium on intestinal anastomotic healing: experimental study on the small intestine of rabbits. **Dis. Colon Rectum**, **34**: 13-17, 1991.
- THOMAS, J.W. & RHOADS, J.E. - Adhesions resulting from removal of serosa from an area of bowel; failure of “oversewing” to lower incidence in the rat and the guinea-pig. **Arch. Surg.**, **61**: 565, 1950.
- THOMPSON, J.N. ; PATERSON-BROWN, S. ; HARBOURNE, T. ; WHAWELL, S.A. ; KALODIKI, E. ; DUDLEY, H.A.F. - Reduced human peritoneal activating activity: possible mechanism of adhesion formation. **Br. J. Surg.**, **76**: 382-384, 1989.
- TRIMPI, H.D. & BACON, H.E. - Clinical and experimental study of denuded surfaces in extensive surgery of the colon and the rectum. **Am. J. Surg.**, **84**: 596-598, 1952.
- UDÉN, P. ; BLOMQUIST, P. ; JIBORN, H. ; ZEDERFELT, B. - Influence of proximal colostomy on the healing of a left colon anastomosis: an experimental study in the rat. **Br. J. Surg.**, **75**: 325-329, 1988.

- WALKER, E.M. - Effect of blood, bile and starch in the peritoneal cavity of the rat. **J. Anat.**, **126**: 495-507, 1978.
- WEIBEL, M.A. ; MAJNO, G. - Peritoneal adhesion and their relation to abdominal surgery. **Am. J. Surg.**, **126**: 345-353, 1973.
- WHELESS, J.R. ; SMITH, J.J. - A comparison of the flow of iodine 125 through three different intestinal anastomoses: standard, Gambee and stapler. **Surg. Gynecol. Obstet.**, **62**: 513-518, 1983.
- WHITE, B.H. - The effect of dicumarol on postoperative peritoneal adhesions. **Ann. Surg.**, **130**: 942-945, 1949.
- WILLIAMS, D.C. - The peritoneum; a plea for a change in attitude towards this membrane. **Brit. J. Surg.**, **42**: 401-405, 1955.
- YAZDI, P.G. ; MIEDEMA, B.W. ; HUMPHREY, L. - Immediate postoperative 5-FU does not decrease colonic anastomotic strength. **J. Surg. Oncol.**, **69**: 125-127, 1998.
- ZILLING, T.L. ; JANSSON, O. ; WALTHER, B.S. ; OTTOSSON, A. - Sutureless small bowel anastomoses: Experimental study in pigs. **Eur. J. Surg.**, **165**: 61-68, 1999.



9. APÊNDICE

Subgrupo 1.3	T _{ri} (dina/cm ²)	Força Tração (gd)	Volume (ml)	Ratio Interno (cm)	Comprimento (cm)	Tempo (s)	Pressão Transmural (dina/cm ²)	Pressão Transmural (mmHg)	Tensão Resultante Final (dina/cm ²)	Tensão Circunferencial (dina/cm ²)	Área de Seção Transversal (cm ²)	Ratio Externo (cm)	Espessura
ratio 1	2037447,50	187,81	0,24	0,14	3,64	157,00	15960,00	12,00	2037638,93	27930,00	0,09	0,22	0,08
ratio 2	2093064,10	200,62	0,34	0,18	3,23	136,00	34580,00	26,00	2094952,05	88920,00	0,094	0,25	0,07
ratio 3	3681804,90	229,01	0,28	0,17	2,99	131,00	26600,00	20,00	3682915,52	90440,00	0,061	0,22	0,05
ratio 4	2602817,30	262,75	0,24	0,16	2,99	141,00	26600,00	20,00	2603360,93	53200,00	0,099	0,24	0,08
ratio 5	2392254,10	256,13	0,28	0,17	3,14	148,00	26600,00	20,00	2392921,80	56525,00	0,105	0,25	0,08
ratio 6	3640774,30	245,02	0,30	0,19	2,62	113,00	21280,00	16,00	3641672,21	80864,00	0,066	0,24	0,05
ratio 7	2109496,60	191,44	0,28	0,17	2,94	116,00	29260,00	22,00	2110060,21	48766,60	0,089	0,24	0,07
ratio 8	4880208,20	318,48	0,22	0,18	2,21	112,00	23940,00	18,00	4880969,14	86184,00	0,064	0,23	0,05
ratio 9	2983420,10	228,16	0,27	0,17	2,29	128,00	10640,00	8,00	2983572,41	30146,66	0,075	0,23	0,06
ratio 10	5273525,50	279,62	0,34	0,19	2,84	137,00	23940,00	18,00	5274751,40	113715,00	0,052	0,23	0,04
Subgrupo 2.3													
ratio 1	1837475,00	103,05	0,28	0,20	2,17	43,00	10640,00	8,00	1838244,98	53200,00	0,041	0,24	0,04
ratio 2	2685665,00	147,88	0,30	0,20	2,36	67,00	21280,00	16,00	2687771,84	106400,00	0,054	0,24	0,04
ratio 3	944052,78	128,03	0,24	0,19	2,19	52,00	13300,00	10,00	944470,23	28077,77	0,133	0,28	0,09
ratio 4	1626016,70	200,62	0,24	0,17	2,51	93,00	13300,00	10,00	1626210,76	25122,22	0,121	0,26	0,09
ratio 5	2720829,50	177,56	0,24	0,19	2,14	64,00	7980,00	6,00	2721093,52	37905,00	0,064	0,23	0,04
ratio 6	1719077,90	289,23	0,22	0,16	2,57	124,00	2660,00	2,00	1719081,56	3546,66	0,165	0,28	0,12
ratio 7	1692964,70	134,65	0,24	0,18	2,45	69,00	10640,00	8,00	1693265,59	31920,00	0,078	0,24	0,06
ratio 8	2682214,40	235,21	0,30	0,20	2,30	91,00	15960,00	12,00	2682741,94	53200,00	0,086	0,26	0,06
ratio 9	1768345,20	160,48	0,26	0,17	2,96	107,00	21280,00	16,00	1769100,21	51680,00	0,089	0,24	0,07
ratio 10	1239106,60	159,20	0,24	0,18	2,54	77,00	15960,00	12,00	1239517,67	31920,00	0,126	0,27	0,09
Subgrupo 3.3													
ratio 1	900386,59	121,19	0,28	0,19	2,42	63,00	23940,00	18,00	901803,92	50540,00	0,132	0,28	0,09
ratio 2	594110,48	98,14	0,28	0,18	2,80	79,00	13300,00	10,00	594508,97	21763,63	0,162	0,29	0,11
ratio 3	719698,88	138,70	0,32	0,19	2,86	95,00	10640,00	8,00	719896,03	16846,66	0,189	0,31	0,12
ratio 4	599174,26	107,53	0,42	0,20	3,16	103,00	23940,00	18,00	600753,21	43572,27	0,176	0,31	0,11
ratio 5	854353,08	104,54	0,30	0,20	2,36	54,00	21280,00	16,00	856007,84	53200,00	0,120	0,28	0,08
ratio 6	735311,73	103,47	0,32	0,20	2,56	66,00	13300,00	10,00	735905,48	29555,55	0,138	0,29	0,09
ratio 7	1889388,50	134,86	0,32	0,20	2,47	70,00	23940,00	18,00	1891813,65	95760,00	0,070	0,25	0,05
ratio 8	1505613,60	125,89	0,31	0,19	2,91	94,00	15960,00	12,00	1506461,62	50540,00	0,082	0,25	0,06
ratio 9	2003834,00	106,25	0,30	0,19	2,66	72,00	21280,00	16,00	2006381,78	101080,00	0,052	0,23	0,04
ratio 10	916776,18	102,83	0,30	0,18	2,97	90,00	7980,00	6,00	916951,99	17955,00	0,11	0,26	0,08

Tabela 1A - Tabela geral do teste tensão resultante final de ruptura à tração.