

REPERCUSSÕES DO PNEUMOPERITÔNIO SOBRE O SISTEMA VENOSO DOS MEMBROS INFERIORES-ESTUDO EM PORCAS

THE EFFECT OF PNEUMOPERITONEUM IN THE BLOOD CIRCULATION OF THE LOWER LIMBS-A SWINE MODEL

Antonio Carlos Valezi, TCBC-PR¹
Fares Rahal, TCBC-SP²

RESUMO: A trombose venosa profunda e a embolia pulmonar são complicações dos atos cirúrgicos nem sempre diagnosticadas. Nas operações pela via laparoscópica, a insuflação do CO₂ na cavidade peritoneal é provavelmente a principal determinante da estase venosa nos membros inferiores. Este trabalho foi realizado com a finalidade de determinar a influência do pneumoperitônio na dinâmica circulatória dos membros inferiores. Distribuíram-se trinta porcas em três grupos: sem pneumoperitônio, com pneumoperitônio de 10mmHg e de 15mmHg de pressão intra-abdominal. Foram medidas a frequência e débito cardíacos, pressão arterial média, pressão e diâmetro da artéria e veia femorais, velocidade do fluxo arterial e venoso femorais. Após a realização do pneumoperitônio foi encontrado aumento significativo na pressão e no diâmetro da veia femoral e diminuição significativa na velocidade do fluxo venoso femoral. A elevação da pressão venosa femoral e a diminuição da velocidade do fluxo venoso femoral foram mais intensas com o aumento da pressão intra-abdominal. Todos os parâmetros analisados retornaram aos valores iniciais após o esvaziamento do pneumoperitônio.

Unitermos: Laparoscopia; Pneumoperitônio; Estase venosa.

INTRODUÇÃO

A intervenção cirúrgica pela via laparoscópica expandiu-se rapidamente por oferecer diversas vantagens sobre a via convencional: dor pós-operatória menos acentuada, diminuição da permanência hospitalar, retorno precoce às atividades habituais e os aspectos estéticos mais favoráveis.¹⁻³

Algumas complicações têm sido descritas com esse novo procedimento, como as lesões de órgãos intra-abdominais,^{4,6} decorrentes das punções para realização do pneumoperitônio e colocação dos trocarteres, até alterações metabólicas e hemodinâmicas.⁷⁻⁹

Por ser método minimamente invasivo, houve a esperança de se evitarem complicações tromboembólicas, porém relataram-se algumas mortes devidas a tromboembolismo pulmonar em doentes submetidos a esse procedimento.^{4,10,11}

Orr¹² afirmou que a produção de pneumoperitônio, necessário à execução da operação laparoscópica, poderia obstruir parcialmente o fluxo sanguíneo da veia cava inferior,

diminuir sua velocidade e elevar a pressão venosa nas veias dos membros inferiores, aumentando o risco de trombose venosa profunda (TVP) e de embolia pulmonar.

Buscando aclarar esses riscos potenciais nas operações por via laparoscópica, realizou-se o presente trabalho com um modelo em porcas, para avaliar a repercussão do pneumoperitônio na circulação venosa dos membros inferiores, se ele provoca estase sangüínea, se seus efeitos relacionam-se com os níveis de pressão intra-abdominal e ainda se há reversão das alterações produzidas após o esvaziamento do pneumoperitônio.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se o presente trabalho no Laboratório de Técnica Cirúrgica e Cirurgia Experimental do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina. O estudo foi conduzido obedecendo aos princípios éticos do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e de acordo com a Lei

1. Professor Adjunto do Setor de Cirurgia do Aparelho Digestivo da Universidade Estadual de Londrina.

2. Professor Pleno, Livre-Docente em Cirurgia do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

Recebido em 17/6/98

Aceito para publicação em 5/10/98

Trabalho realizado no Setor de Técnica Cirúrgica e Cirurgia Experimental do Departamento de Cirurgia da Universidade Estadual de Londrina.

Federal nº 6638, de 8 de maio de 1979. Foram utilizadas porcas da raça Landrace, pesando entre 20 e 25 kg. Estudaram-se, inicialmente, sete animais para as adaptações e alterações necessárias à padronização do estudo de cada animal. Duas porcas morreram.

Foram utilizadas trinta porcas distribuídas aleatoriamente em três grupos de dez.

Grupo I: Animais anestesiados, sem pneumoperitônio, para se analisarem as alterações decorrentes, exclusivamente, do ato anestésico.

Grupo II: Animais submetidos a pneumoperitônio com pressão intra-abdominal de 10mmHg, durante 45 minutos.

Grupo III: Animais submetidos a pneumoperitônio com pressão intra-abdominal de 15mmHg, durante 45 minutos.

Sob anestesia geral (empregando-se midazolam, acepromazina, tiopental sódico e halotano) praticou-se a colocação dos catéteres vasculares, por dissecação, na veia e artéria femorais direitas, a introdução do trocar abdominal de 5mm (exceto no grupo I) e a instalação dos transdutores e aparelhos usados para medida dos dados. Ventilação mantida com volume corrente de 12ml/kg e frequência respiratória de 12 movimentos por minuto. Foram aguardados 15 minutos para a estabilização das condições respiratórias e hemodinâmicas. Realizadas as medidas das pressões arterial e venosa femorais, velocidade dos fluxos arterial e venoso femorais e diâmetro da artéria e veia femorais. Foram feitas as medidas no início da fase (tempo T1), aos 15 minutos (T2), 30 minutos (T3), 45 minutos (T4) e 60 minutos (T5). Finalizadas as medições, o animal foi morto. Empregou-se aparelho duplex para medidas percutâneas vasculares. Manteve-se o transdutor (B-mode 7,5 MHz, DOP 3,5 MHz) em ângulo de 60 graus com o vaso estudado.

Imediatamente após as mensurações no tempo T1 insuflou-se CO₂ até atingir a pressão intra-abdominal de 10mmHg nos do grupo II, e de 15mmHg nos do grupo III. Manteve-se o pneumoperitônio durante 45 min, correspondendo aos tempos T2, T3 e T4 da fase de aferição sendo, em seguida, esvaziado, procedendo-se então, às mensurações no tempo T5 (60 min). Os grupos foram comparados entre si, em cada um dos tempos, pelo teste F da análise de variância. Para as variáveis com teste F significativo, foram comparadas as médias dos grupos, duas a duas, pelo teste de Tukey. Para cada grupo, os tempos foram estudados pelo teste F da análise de variância para dados com medidas repetidas no tempo. Adotou-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para todos os testes.

RESULTADOS

Nenhum animal morreu no transcurso do experimento.

Foram realizadas as medidas de parâmetros hemodinâmicos, como a frequência cardíaca, pressão arterial média, pressão arterial pulmonar média, pressão capilar pulmonar e débito cardíaco (através de catéter de Swan-Ganz colocado

na veia jugular externa direita), para assegurar que alterações hemodinâmicas sistêmicas não fossem as responsáveis pelas variações na circulação dos membros inferiores. Não houve diferença estatisticamente significativa na comparação das médias de cada tempo entre os três grupos, assim como na comparação da média dos tempos com pneumoperitônio (T2, T3, T4) com aquele sem pneumoperitônio (T1), dentro do mesmo grupo, para as aferições da frequência cardíaca, pressão arterial média, pressão arterial pulmonar média, pressão capilar pulmonar e débito cardíaco.

Não se encontraram também alterações significantes na pressão, no diâmetro e na velocidade do fluxo arterial femoral quando se realizou o pneumoperitônio.

Pressão venosa femoral – Ao se compararem os valores médios encontrados em cada tempo, observou-se diferença estatisticamente significativa entre os três grupos estudados para os tempos T2, T3 e T4. Em T5 não houve diferença significativa entre os grupos II e III, permanecendo a significância estatística entre estes grupos e o grupo I. Comparando-se a média da pressão venosa femoral de T1 com a dos demais tempos, notou-se diferença estatisticamente significativa nos grupos II e III para T2, T3, T4 e T5..

A média e o desvio padrão da pressão venosa femoral são demonstrados na figura 1.

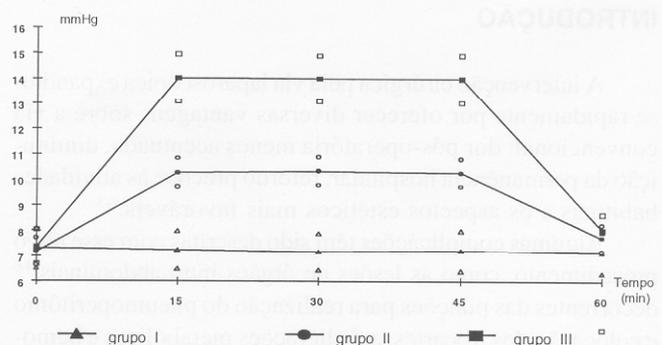


Figura 1 – Média (▲●■) e desvio padrão (△○□) da pressão venosa femoral (mmHg) dos animais, nos grupos I, II e III.

Velocidade do fluxo venoso femoral – Houve diferença estatisticamente significativa na comparação das médias dos tempos T2, T3, T4 e T5, entre os três grupos. Também foi obtida diferença estatisticamente significativa, ao se compararem as médias dos tempos T2, T3, T4 e T5 com a média do tempo T1, para os grupos II e III. A figura 2 mostra a média e o desvio padrão da velocidade do fluxo venoso femoral para cada grupo, durante o estudo.

Diâmetro da veia femoral – Ao se compararem os valores médios de cada tempo entre os três grupos de estudo, encontrou-se diferença estatisticamente significativa dos grupos II e III, em relação ao grupo I, nos tempos T2, T3 e T4. Não houve diferença estatística entre os grupos II e III. Assinalou-se diferença estatisticamente significativa ao se

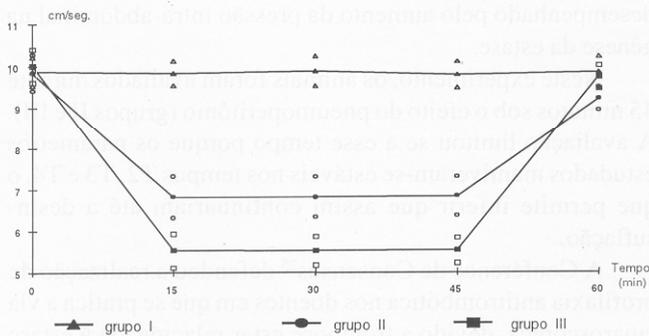


Figura 2 – Média (▲●■) e desvio padrão (△○□) da velocidade do fluxo venoso femoral (cm/seg) dos animais, nos grupos I, II e III

comparar a média de T1 com a média dos demais tempos, dentro do mesmo grupo, para os grupos II e III.

A média e desvio padrão para o diâmetro da veia femoral estão na figura 3.

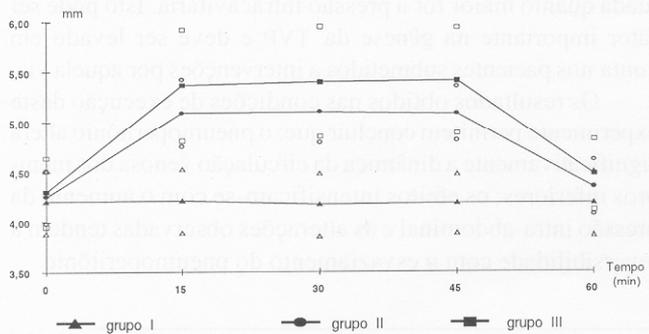


Figura 3 – Média (▲●■) e desvio padrão (△○□) do diâmetro da veia femoral (mm) dos animais, nos grupos I, II e III

DISCUSSÃO

A doença tromboembólica é complicação significativa nos doentes submetidos a operações pela via convencional. É observada também quando se opta pela via laparoscópica; todavia, não se sabe ao certo a real incidência do tromboembolismo nesta última.^{9,13,14}

Estudo prospectivo de Chamberlain & Brown,¹⁵ em 50.247 doentes submetidas à laparoscopia ginecológica com finalidade diagnóstica, mostrou TVP e embolia pulmonar em 0,2/1000 procedimentos.

Nos procedimentos cirúrgicos gastrintestinais, mais demorados, com insuflação por tempo mais prolongado e trauma tissular maior que nos procedimentos ginecológicos, os efeitos deletérios da estase venosa podem tornar-se significativos e haver aumento da incidência dos fenômenos tromboembólicos.¹⁶

A TVP incide entre 1/3114 a 1/375 colecistectomias por via laparoscópica.¹⁷ Jorgensen et al¹⁰ encontraram TVP em

3/438 colecistectomias laparoscópicas e sugeriram que o pneumoperitônio e o proclive poderiam ser responsabilizados. Scott, Zucker, Bailey¹⁸ afirmaram que os casos de TVP, nas operações laparoscópicas, podem chegar a 2% e a embolia pulmonar não fatal pode chegar a 0,8% e relacionaram essa incidência à duração do pneumoperitônio.

Foram utilizadas porcas, neste experimento, pelo seu porte propício e suas características anatômicas tornarem a realização do pneumoperitônio e os estudos propostos de fácil execução, e ainda pelo animal ter sido usado com êxito em experimentos anteriores.²²

Realizou-se pneumoperitônio de 10 e 15mmHg para comparar os respectivos efeitos. Esses valores foram escolhidos por serem os níveis de pressão intra-abdominal utilizados nas operações por via laparoscópica.

Além das aferições realizadas nos vasos dos membros inferiores, fizeram-se medidas hemodinâmicas para ficar assegurado que as alterações circulatórias dos membros inferiores seriam de responsabilidade exclusiva do pneumoperitônio. Neste estudo não se observaram alterações naqueles parâmetros, que pudessem interferir na circulação dos membros inferiores.

Os resultados deste experimento foram comparados aos dos trabalhos com pneumoperitônio entre 10 e 15mmHg de pressão intra-abdominal. Levaram-se em conta apenas os resultados obtidos em decúbito dorsal horizontal, permitindo comparação com os dados da presente pesquisa.

O aparelho duplex ultra-som utilizado no presente experimento mede de maneira não-invasiva e com fidelidade as alterações ocorridas nos vasos.¹⁹⁻²²

Ao se estudarem as repercussões do pneumoperitônio sobre a circulação dos membros inferiores não foram notadas alterações no diâmetro, na pressão e na velocidade de fluxo da artéria femoral. Ao se analisar o comportamento da dinâmica venosa, verificou-se diminuição estatisticamente significativa da velocidade do fluxo na veia femoral. Houve também diferença significativa entre os grupos II e III. O grupo III, com pressão intra-abdominal maior, teve velocidade de fluxo menor. As diferenças desapareceram após o esvaziamento do pneumoperitônio. O diâmetro da veia femoral apresentou aumento significativo após insuflação do pneumoperitônio, porém, sem diferença significativa entre os dois níveis de pressão intra-abdominal. Os valores também voltaram ao normal após a desinsuflação.

Observou-se aumento significativo da pressão venosa femoral com o pneumoperitônio nos grupos II e III, mais acentuadamente neste último. A diferença desapareceu após o esvaziamento do pneumoperitônio

Jorgensen et al,¹⁹ em seis doentes com pneumoperitônio de 12mmHg, verificaram diminuição da velocidade do fluxo venoso dos membros inferiores em níveis significativos. Millard et al,²³ empregando pneumoperitônio entre 13 e 15mmHg em vinte doentes submetidos a colecistectomia, observaram os mesmos resultados.

O aumento da pressão intra-abdominal repercute na dinâmica venosa, conforme ilustrado por Windberger et al²⁴ que, ao analisarem 12 doentes colecistectomizados, com pneumoperitônio de 10mmHg, registraram elevação da pressão venosa femoral em 47,7%, que regrediu após a desinsuflação.

Embora haja certa adaptação hemodinâmica ao aumento da pressão intra-abdominal, o retorno venoso não apresenta a mesma resposta. Os efeitos na velocidade do fluxo na pressão e no diâmetro venoso persistem enquanto existe o pneumoperitônio e desaparecem após o seu esvaziamento. Isto indica que o pneumoperitônio é o responsável pelas alterações, provavelmente em decorrência da compressão da veia cava inferior.

Ficou demonstrado, pelas medidas diretas, que há estase venosa nos membros inferiores dos animais estudados, ao se aumentar a pressão intra-abdominal. A velocidade do fluxo sanguíneo caiu e o diâmetro e a pressão das veias femorais aumentaram significativamente com a criação do pneumoperitônio. A estase ocorreu com pressões habitualmente utilizadas em intervenções cirúrgicas pela via laparoscópica.

Não houve recuperação do estado inicial enquanto persistiu o aumento da pressão abdominal. Esta evidência é importante pelo fato de sugerir que doentes submetidos a operações prolongadas pela via laparoscópica correm mais risco de desenvolver TVP secundária à estase venosa nos membros inferiores.

O aumento da velocidade do fluxo sanguíneo observado após o esvaziamento do pneumoperitônio, reafirma o papel

desempenhado pelo aumento da pressão intra-abdominal na gênese da estase.

Neste experimento, os animais foram avaliados durante 45 minutos sob o efeito do pneumoperitônio (grupos II e III). A avaliação limitou-se a esse tempo porque os parâmetros estudados mantiveram-se estáveis nos tempos T2, T3 e T4, o que permite inferir que assim continuariam até a desinsuflação.

A Conférence de Consensus²⁵ defendeu a realização de profilaxia antitrombótica nos doentes em que se pratica a via laparoscópica, devido a trombose estar relacionada à estase venosa provocada pelo pneumoperitônio. Millard et al,²³ todavia, afirmaram inexistirem trabalhos que comprovem a incidência mais elevada de TVP e embolia pulmonar em intervenções cirúrgicas pela via laparoscópica.

No presente trabalho tornou-se claro que a pressão intra-abdominal, em níveis habitualmente utilizados nas intervenções cirúrgicas por via laparoscópica, determina estase venosa nos membros inferiores dos animais estudados, mais acentuada quanto maior for a pressão intracavitária. Isto pode ser fator importante na gênese da TVP e deve ser levado em conta nos pacientes submetidos a intervenções por aquela via.

Os resultados obtidos nas condições de execução deste experimento permitem concluir que: o pneumoperitônio altera significativamente a dinâmica da circulação venosa dos membros inferiores; os efeitos intensificam-se com o aumento da pressão intra-abdominal e as alterações observadas tendem à reversibilidade com o esvaziamento do pneumoperitônio.

ABSTRACT

Deep venous thrombosis and pulmonary embolism are complications of surgical procedures, the most of times underdiagnosed. In laparoscopic surgery, the carbon dioxide insufflation into the peritoneal cavity is probably the cause of venous stasis of the lower limbs. The purpose of this study was to verify the effects of pneumoperitoneum in the blood circulation of the lower limbs. Thirty female pigs were divided in three groups: I- without pneumoperitoneum; II- with 10 mmHg; and III- with 15 mmHg of abdominal pressure levels. Within the clinical parameters were analysed heart rate, cardiac output and mean arterial pressure to certify that the haemodynamic changes would not be guilty for the modifications of lower limbs circulation. This analysis did not find significant changes in the groups comparison. The results showed that were not found significant changes in the pressure, diameter and flow rate in the femoral artery in the presence of pneumoperitoneum. The average femoral venous pressure found in group I was 7.2 mmHg, in group II was 10.2 mmHg ($p < 0.05$), and in group III was 14 mmHg ($p < 0.05$). The average femoral venous flow rate was 9.8 cm/sec in group I; 6.8 cm/sec in group II ($p < 0.05$) and 5.5 cm/sec in group III ($p < 0.05$). The analysis of the femoral vein diameter found that the average value of group I was 4.2 cm; group II was 5 cm ($p < 0.05$) and group III was 5.4 cm ($p < 0.05$). The pneumoperitoneum was found to be associated with a significant increase of the pressure and diameter of the femoral vein, and a significant decrease of its flow rate. Every parameter analysed returned to the previous values after the peritoneal gas emptying.

Key Words: *Pneumoperitoneum; Laparoscopy; Venous stasis.*

REFERÊNCIAS

1. Grace PA, Quereshi A, Colenian J – Reduced postoperative hospitalization after laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 1991;78: 160-162.
2. Coelho JCU – Custos e benefícios da cirurgia laparoscópica. In Pinotti HW & Domene CE – *Cirurgia videolaparoscópica*. São Paulo, Robe Editora, 1993, pp 345-358.

3. Savassi-Rocha PR – Colectistomia. In Coelho JCU, Marchesini JB, Malafaia O – *Complicações da Videocirurgia: da Profilaxia ao Tratamento*. Rio de Janeiro, Medsi Editora, 1995, pp 183-241.
4. Bailey RW, Zucker KA, Flowers JL, et al – Laparoscopic cholecystectomy: experience with 375 consecutive patients. *Ann Surg* 1991; 214:531-541.
5. Meyers WC – The Southern Surgeons Club: a prospective analysis of 1518 laparoscopic cholecystectomies. *N Engl J Med* 1991; 324: 1.073-1.078.
6. Deziel DJ, Millikan KW, Economou S, et al – Complications of laparoscopic cholecystectomy: a national survey of 4.292 hospitals and an analysis of 77.604 cases. *Am J Surg* 1993;165:9-14.
7. Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD, et al – Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991;126:997-1.001.
8. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M – Ventilatory effects, blood gas changes, and oxygen consumption during laparoscopic hysterectomy. *Anesth Analg* 1995;80:961-966.
9. Lehmann LJ, Lewis MC, Goldman H, et al – Cardiopulmonary complications during laparoscopy: two cases report. *South Med J* 1995; 88:1.072-1.075.
10. Jorgensen JO, Lalak NJ, North L, et al – Thromboembolic complications of laparoscopic cholecystectomy. *BMJ* 1993;306:518-519.
11. Liew SCC & Storey DW – Laparoscopic Splenectomy. *Aust NZJ Surg* 1995; 65:743-5.
12. Orr KB – Laparoscopic cholecystectomy. *Br Med J* 1992;304:982.
13. Coelho JCU, Lemos JM, Andrade RF, et al – Colectistomia video-laparoscópica: experiência com 1.000 casos. *Rev Med Para-ná* 1996;53:1-7.
14. Coelho JCU, Marchesini JB, Wiederkehr JC – Complicações gerais da videocirurgia. In Coelho JCU – *Aparelho digestivo – clínica e cirurgia*. Rio de Janeiro, Medsi Editora, 1996, pp 1.807-1.814.
15. Chamberlain G & Brown JC – Gynaecological laparoscopy: the report of a working party in a confidential enquiry of gynaecological laparoscopy. *Royal College of Obstetricians and Gynaecologists*, London, 1978.
16. Wilson YG, Allen PE, Skidmore R, et al – Influence of compression stockings on lower-limb venous haemodynamics during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 1994;81:841-844.
17. Strassberger SM, Sanabria JR, Clavien PA – Complications of laparoscopic cholecystectomy. *CJS* 1992;35:275-280.
18. Scott TR, Zucker KA, Bailey RW – Laparoscopic cholecystectomy: a review of 12397 patients. *Surg Laparosc Endosc* 1992;2: 191-198.
19. Jorgensen JO, Lalak NJ, North L, et al – Venous stasis during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Laparosc Endosc* 1994;4: 128-133.
20. Ekman LG, Abrahamsson J, Biber B, et al – Hemodynamic changes during laparoscopy with positive end-expiratory pressure ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988;32:447-453.
21. Caprini JA, Scurr JH, Hasy JH – Role of compression modalities in a prophylactic program for deep vein thrombosis. *Semin Thromb Hemost* 1988;14:77-87.
22. Rodrigues FCM – *Efeitos do pneumoperitônio com gás carbônico e hélio na pressão de perfusão cerebral em modelo experimental de trauma crânio-encefálico*. São Paulo, 1995. [Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo].
23. Millard JA, Hill BB, Cook PS, et al – Intermittent sequential pneumatic compression in prevention of venous stasis associated with pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1993;128:914-919.
24. Windberger U, Siegl H, Ferguson JG, et al – Hemodynamic effects of prolonged abdominal insufflation for laparoscopic procedures. *Gastroint Endoscopy* 1995; 41:121-129.
25. Conférence de Consensus – Prophylaxie des thromboses veineuses profondes et des embolies pulmonaires post-opératoires (chirurgie générale, gynécologique et orthopédique). *J Mal Vasc* 1992;17: 141-145.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Dr. Antonio Carlos Valezi
Rua Santos, 777/1.302
86020-021 – Londrina-PR