

Análise da Retração Elástica nos Primeiros 15 Minutos após Angioplastia Coronária por Cateter Balão

Adriano Mendes Caixeta, Siguemituzo Arie, Fábio Sôndoli de Brito Jr, Cícero Piva de Albuquerque, Júlia Tizue Fukushima, Donaldo Pereira Garcia, Giovanni Bellotti, Fúlvio Pileggi
São Paulo, SP

Objetivo - Determinar angiograficamente a retração elástica (RE) nos primeiros 15 minutos após angioplastia coronária (AC) por cateter balão.

Métodos - Em um estudo prospectivo, 154 pacientes, portadores de angina estável e instável, foram submetidos a AC com sucesso. Realizaram-se angiografias imediatamente após a última insuflação com sucesso e aos 5, 10 e 15min. Na análise quantitativa utilizou-se caliper eletrônico. Quantificaram-se o diâmetro luminal mínimo (DLM) e a RE no controle imediato, aos 5, 10 e 15min. Relacionaram-se a magnitude da RE e o DLM com as características angiográficas da lesão tratada, com o diâmetro do balão e com o grau de lesão residual imediatamente após a AC.

Resultados - O diâmetro de referência médio do vaso foi de $3,09 \pm 0,61\text{mm}$ e o diâmetro do balão de $2,95 \pm 0,52\text{mm}$. O DLM mínimo pré dilatação foi de $0,65 \pm 0,42\text{mm}$, atingindo $2,23 \pm 0,55\text{mm}$ após a dilatação ($p < 0,0001$), decrescendo para $2,09 \pm 0,47\text{mm}$ em 5min ($p < 0,0001$), $2,01 \pm 0,47\text{mm}$ em 10min ($p < 0,0001$) e para $1,91 \pm 0,56\text{mm}$ em 15min ($p < 0,0001$). A RE aumentou progressivamente, atingindo $34,29 \pm 20,40\%$ aos 15min. Nos vasos tratados onde a relação balão/artéria ≤ 1 a RE foi de $0,90 \pm 0,74\text{mm}$ em 15min e de $1,20 \pm 0,50\text{mm}$ quando a relação foi > 1 ($p < 0,0001$). Identificou-se maior RE nos primeiros 15min no grupo de pacientes onde a lesão residual no controle imediato situou-se entre 30 e 50% do que no grupo onde a lesão residual foi $< 30\%$.

Conclusão - A RE é um fenômeno dinâmico e progressivo que ocorre dentro de 15min após a AC com sucesso. Determinou redução média de $34,29 \pm 20,40\%$ no diâmetro do vaso em 15min e é maior quando a relação balão/artéria é > 1 . A lesão residual que se situa entre 30 e 50% no controle angiográfico imediato é fator preditor de maior RE ao longo dos 15min.

Palavras-chave: angioplastia coronária por balão, cinecoronariografia, retração elástica

Elastic Recoil in the First 15 Minutes Following a Successful Balloon Angioplasty

Purpose - To determine the time course of elastic recoil (ER) in the first 15min after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA).

Methods - One hundred and fifty four patients, with stable or unstable angina were successfully submitted to PTCA. Coronary angiography was undertaken shortly after balloon deflation and repeated 5, 10 and 15min there after. Quantitative coronary angiography was performed with the aid of an electronic caliper. We calculated the minimal luminal diameter (MLD) and elastic recoil in all angiograms.

Results - The average artery's reference diameter was $3.09 \pm 0.61\text{mm}$ and the maximal balloon diameter was $2.95 \pm 0.52\text{mm}$. MLD before the procedure was $0.65 \pm 0.42\text{mm}$ reaching $2.23 \pm 0.55\text{mm}$ immediately after dilatation ($p < 0.0001$), and decreasing to $2.09 \pm 0.47\text{mm}$ at 5min ($p < 0.0001$), 2.01 ± 0.47 at 10min ($p < 0.0001$) and to $1.91 \pm 0.56\text{mm}$ at 15min ($p < 0.0001$). ER increased during the 1st 15min after PTCA, averaging $34.29 \pm 20.40\%$. In the group of patients whose balloon/artery relationship was ≤ 1 , the total ER was $0.90 \pm 0.74\text{mm}$ at 15min and $1.20 \pm 0.50\text{mm}$ when the ratio was > 1 ($p < 0.0001$). We noted that ER in the group of patients with residual stenosis ranging from 30 to 50% at the immediate angiogram after PTCA was greater than in the group whose residual stenosis was less than 30%.

Conclusion - ER is a dynamic and progressive phenomenon taking place within the 1st 15min after a successful PTCA. Total ER was $34.29 \pm 20.40\%$ at 15min and was greater when balloon/artery relationship was > 1 . Residual stenosis ranging from 30 to 50% in the control immediately after the procedure is a predictive factor of greater ER in the 15min following PTCA.

Key-words: percutaneous transluminal coronary angioplasty, coronary angiography, elastic recoil

Arq Bras Cardiol, volume 66 (nº1), 5-9,1996

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas - FMUSP

Correspondência: Adriano Mendes Caixeta - Rua Teodoro Sampaio, 408/101 - 05406-000 - São Paulo, SP

Recebido para publicação em 7/4/95

Aceito em 17/7/95

A angioplastia coronária (AC) é uma opção terapêutica de revascularização do miocárdio efetiva em portadores de doença coronária aterosclerótica.

A despeito de seu excelente resultado funcional, o estudo angiográfico imediato é geralmente caracterizado

por persistência de algum grau de lesão residual no segmento dilatado². Além disso, observe-se que o diâmetro luminal mínimo (DLM) da artéria permanece inferior ao diâmetro máximo de insuflação do balão utilizado^{2,3}.

Estudos em animais de experimentação, em espécime de necropsias^{4,5} e, mais recentemente, por angioscopia⁶ e ultra-som intravascular^{7,8} demonstraram que a AC determina a compressão/fratura da placa, dissecação da camada média e expansão contralateral da parede normal do vaso. Em outro estudo, Jain e col⁹ demonstraram que, embora houvesse compressão da placa em 27% dos casos e fratura em 17%, o fenômeno mais freqüentemente envolvido foi o estiramento da parede arterial em 56% dos casos.

Adicionalmente, vários mecanismos estariam envolvidos na perda do resultado inicial após AC, além do simples recolhimento elástico do vaso tratado, incluindo a vasoconstrição arterial, sangramento subintimal ou da placa, deposição plaquetária ou de trombo^{10,11}. Nesse sentido, a retração elástica (RE) após AC não é um fenômeno exclusivamente ligado à distensão da parede do vaso, ela é, outrossim, fator de maior relevância. De toda maneira, a RE é angiograficamente definida como a diferença entre o diâmetro de insuflação do balão e o DLM mínimo após a dilatação^{2,12,13}.

O objetivo do presente estudo é o de determinar quantitativamente a magnitude da RE nos primeiros 15min após AC e relacioná-la com as características angiográficas da lesão tratada e, finalmente, relacionar a interferência do grau de lesão residual imediatamente após AC na evolução angiográfica ao longo dos 15min.

Métodos

Em estudo prospectivo, 154 pacientes consecutivos (110 homens e 44 mulheres; média de idade de 58 ± 8 anos) foram submetidos a AC com sucesso (lesão residual <50% no controle angiográfico imediato após a última insuflação, na ausência de infarto agudo do miocárdio (IAM), óbito e cirurgia de emergência). Foram incluídos portadores de angina estável e instável e excluídos pacientes com JAM.

Os procedimentos foram realizados por acesso femoral ou braquial. Realizaram-se injeção em *bolus* de 15000UI de heparina, no início do procedimento, e doses adicionais de 5000UI a cada hora e, antes da AC, estudo cineangiográfico do segmento arterial a ser tratado, na projeção que evidenciasse melhor e o maior grau de severidade da obstrução coronária, precedido por 0,3mg de nitroglicerina sublingual. A AC foi realizada de acordo com os procedimentos habituais do laboratório de hemodinâmica do INCOR. A escolha do tipo e do diâmetro do balão, da pressão e do tempo de insuflação dependeu do critério do intervencionista. Procurou-se obter uma relação balão/artéria de 1,1:1,0. Realizaram-se angiografias imediatamente após a última insuflação com

sucesso, aos 5, 10 e 15min, sempre na projeção selecionada previamente e com as mesmas condições de magnificação radiográfica. O tempo decorrido entre a última desinsuflação do balão e o controle angiográfico imediato após foi geralmente <1min. Fez-se injeção intracoronária de nitroprussiato de sódio (50 a 200mg) sempre que houvesse suspeita angiográfica de vasoespasm.

A análise angiográfica quantitativa foi estimada através de *caliper* eletrônico (*Mitutoyo 8 digimatic caliper*), com sensibilidade para centésimos de milímetro. A escolha do quadro, no filme de 35mm, foi determinada pelo momento de melhor contrastação coronária e, se possível, no momento telediastólico do ciclo cardíaco. Após a seleção da região de interesse do segmento arterial, o contorno do vaso foi delineado manualmente e as medidas realizadas em seguida. A conversão da medida do diâmetro do vaso para os valores absolutos foi realizada através da calibração pela ponta do cateter angiográfico². Realizou-se a análise quantitativa absoluta do diâmetro de referência do vaso (no segmento arterial imediatamente proximal à lesão), do DLM antes da dilatação, do DLM imediatamente após a última dilatação com sucesso, do DLM aos 5, 10 e 15min. O diâmetro do balão foi estimado pela sua medida no momento de máxima insuflação. As medidas foram realizadas sempre por um mesmo observador.

Determinou-se o grau de lesão residual, em pontos percentuais, no controle angiográfico imediatamente após a AC. Analisou-se a interferência do grau de lesão residual ao longo dos 15min, subdividindo-se as lesões residuais em dois grupos. O grupo I, compreendendo pacientes com lesão residual <30% e, o grupo II, onde a lesão residual variou de 30 a 50%. As lesões foram classificadas em tipo A, B₁ B₂ e C segundo *Task Force ACC/AHA*¹⁴.

A RE foi definida como a diferença entre o diâmetro máximo de insuflação do balão e o diâmetro luminal do vaso após a dilatação. Quantificou-se a RE imediatamente após a AC, aos 5, 10 e 15min.

O comportamento da RE ao longo dos 15min e nos diferentes tipos de lesões foi avaliada, utilizando-se a técnica multivariada de análise de medidas repetidas (análise de perfil). As proporções dos tipos de lesões dos grupos com lesão até 30% e de 30 a 50% foram comparados com o teste de qui-quadrado. Considerada significância estatística quando $p < 0,05$.

Resultados

O diâmetro médio de referência do vaso foi de $3,09 \pm 0,61$ mm e o diâmetro médio do balão de $2,95 \pm 0,52$ mm, determinando uma relação balão/artéria de $0,98 \pm 0,20$. O DLM antes da AC foi de $0,65 \pm 0,42$ mm.

A figura 1 mostra o comportamento do DLM médio e a magnitude da RE ao longo dos primeiros 15min

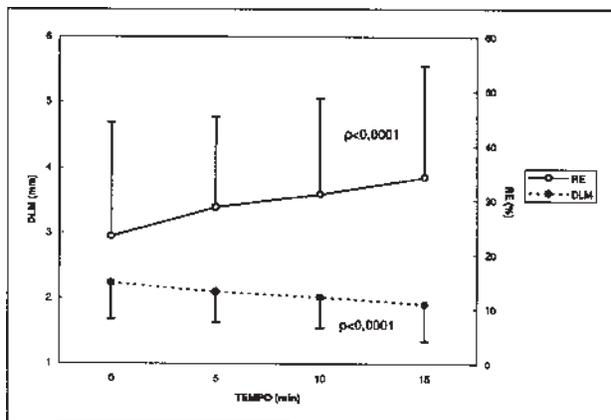


Fig. 1 - Evolução do diâmetro luminal mínimo (DLM) e da retração elástica (RE) nos controles angiográficos imediato (0), aos 5, 10 e 15min

após o procedimento. Houve decréscimo no DLM do controle angiográfico imediato para o controle de 5min (2,23 ± 0,55 vs 2,09 ± 0,47mm, p<0,0001), do controle de 5min para o de 10min (2,09 ± 0,47 vs 2,01 ± 0,47mm, p<0,0001) e do controle de 10min para o de 15min (2,01 ± 0,47 vs 1,91 ± 0,56mm, p<0,0001). A RE, em pontos percentuais, aumentou progressivamente ao longo dos 15min, passando de 23,83 ± 20,90% no controle imediato, para 28,69 ± 16,50% aos 5min (p<0,0001), 31,12 ± 17,5% (p<0,001) aos 10min e 34,29 ± 20,40% aos 15min (p<0,0001).

Na comparação entre o comportamento do DLM ao longo dos 15min com as características morfológicas das lesões dilatadas (fig.2), evidencia-se queda similar nas lesões do tipo A, B₁ e B₂ (p=NS). Da mesma forma, comparando a magnitude da RE entre as lesões excêntricas e concêntricas, lesões calcificadas e não calcificadas, segmentares e localizadas, anguladas e em segmento retilíneo, observa-se que não houve diferença estatística.

Lesões com uma relação balão/artéria > 1 foram comparadas com lesões com uma relação ≤ 1. Os dados e estatísticas estão apresentados na tabela I. Não houve diferença estatística entre o diâmetro do balão utilizado nos dois grupos. O diâmetro de referência do vaso foi maior no grupo onde a relação balão/artéria era ≤ 1. A RE em todos os controles angiográficos foi mais evidente quando a relação foi >1 (tab I).

Os pacientes foram subdivididos em dois grupos de acordo com o grau de lesão residual no controle angiográfico imediato. O grupo I (n=92) compreendeu

| Relação balão/artéria | ≤ 1 | > 1 | p |
|-----------------------|-----------|-----------|---------|
| Referência vaso (mm) | 3,30±0,80 | 2,88±0,60 | <0,05 |
| Diâmetro balão (mm) | 2,80±0,50 | 3,10±0,10 | NS |
| RE imediato (mm) | 0,57±0,61 | 0,92±0,52 | <0,0001 |
| RE 5min (mm) | 0,70±0,54 | 1,06±0,40 | <0,0001 |
| RE 10min (mm) | 0,79±0,50 | 1,13±0,45 | <0,0001 |
| RE 15min (mm) | 0,90±0,74 | 1,20±0,50 | <0,0001 |

RE- retração elástica; NS- não significante

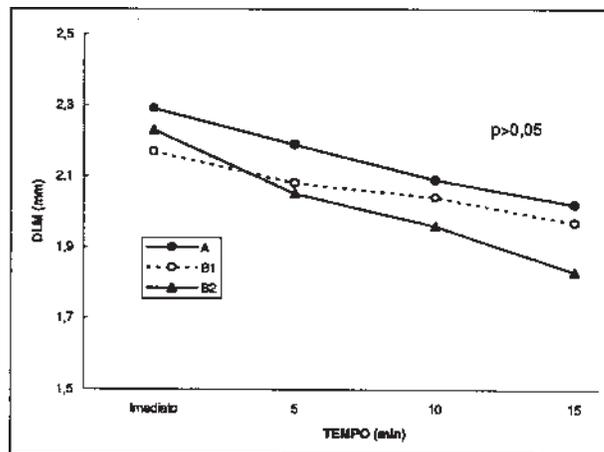


Fig. 2 - Evolução do diâmetro luminal mínimo (DLM) nas lesões do tipo A, B1 e B2 nos primeiros 15min após a última dilatação com sucesso.

pacientes onde a lesão residual foi <30% e o grupo II, onde a lesão residual variou de 30 a 50% (n= 64). No grupo I, 22,8% das lesões eram do tipo A, 36,9% do tipo B1 38,1 % do B2 e 2,2% do tipo C. No grupo II, 7,8% eram do tipo A, 21,9% do tipo B1 68,8% do tipo B2 e 1,56% do tipo C. As lesões do grupo II eram angiograficamente mais complexas que a do grupo I (lesões do tipo B2 e C em 40,3% no grupo I vs 70,36% no grupo II) (p<0,05).

A RE aos 15min foi maior nos pacientes do grupo II do que naqueles do grupo I (45,27 ± 15,61 vs 31,17 ± 18,39%) (p< 0,0001). A figura 3 mostra o comportamento da lesão residual nos dois grupos de pacientes ao longo dos 15min. No grupo I a lesão residual média no controle imediato foi de 15,73 ± 12,80%, de 24,73 ± 15,60% aos 5min, de 25,94 ± 18,55% aos 10min e de 28,24 ± 33,10% aos 15min (p<0,05). No grupo II a lesão residual média foi de 41,30 ± 13,60% no controle imediato, de 42,24 ± 18,45% aos 5min, de 43,96 ± 20,12% aos 10min e de 48,12 ± 17,33% aos 15min (p<0,05). A lesão residual média, em todos os controles angiográficos, dos pacientes do grupo II foi maior que a do grupo I (p<0,0001). Dessa maneira, observou-se que no grupo I a evolução angiográfica ao longo dos 15min determinou lesão residual >50% em 8,2% (n=8) dos pacientes. No

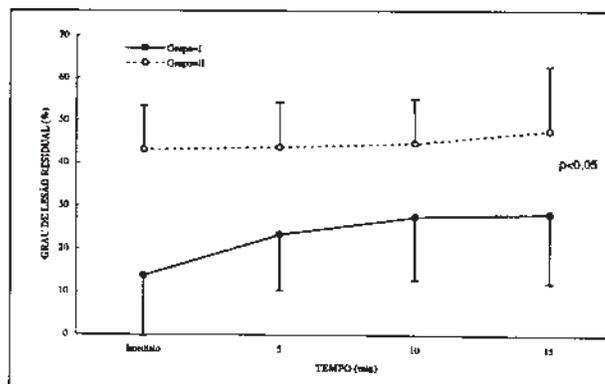


Fig. 3 - Evolução da lesão residual média no grupo I e grupo II ao longo dos 15min após a última dilatação com sucesso

grupo II, a percentagem de pacientes onde a lesão residual era >50% nos primeiros 15min foi de 28,1 % (n=18) ($p<0,05$). No grupo I todos os 8 pacientes com lesão residual >50% foram submetidos a nova dilatação com sucesso. No grupo II, dos 18 pacientes com lesão residual >50%, 15 foram submetidos à nova dilatação com sucesso e 3 não o foram por decisão do intervencionista. Um paciente no grupo I evoluiu com IAM não Q (1%). No grupo II um paciente evoluiu com infarto não Q e um com infarto Q (3,1%). Não houve óbitos ou cirurgia de emergência.

Discussão

O DLM após AC com sucesso é geralmente inferior ao diâmetro de máxima insuflação do balão. Este fenômeno é em grande parte explicado pelo estiramento da parede do vaso pelo balão, determinando RE significativa após sua desinsuflação². Outros mecanismos estariam envolvidos na perda do resultado inicial, incluindo a vasoconstricção arterial, a deposição plaquetária e formação de trombo, a hemorragia subintimal ou da placa^{2,10}. No presente estudo, apesar do uso de nitroglicerina sublingual antes do procedimento e da injeção intracoronária de nitroprussiato de sódio, a possibilidade de vasoconstricção no segmento tratado não pode ser totalmente excluída. A deposição plaquetária ou de trombo, apesar de heparinização plena, é um achado comum em pacientes que faleceram nas primeiras horas após AC e em angioplastias experimentais¹¹. Nesse protocolo, apesar de as angiografias terem sido tomadas nos primeiros minutos após a última dilatação em pacientes heparinizados, a participação do fenômeno trombótico na perda da luz arterial não pôde ser completamente excluída. A hemorragia subintimal ou da placa, por outro lado, correlaciona-se normalmente com severo estreitamento da luz do vaso ou mesmo à sua oclusão, processos que evoluem geralmente para o insucesso da AC¹⁰.

Recentemente, vários autores caracterizaram a RE imediata após AC^{2,3,12,13}. Poucos, entretanto, a estudaram precoce e tardiamente. Além disso, as poucas publicações existentes demonstraram resultados distintos e controversos. Sanders e col¹⁵ identificaram redução de 16,2% no DLM do controle angiográfico imediato para o de 30min. Rensing e col¹⁰ e Hanet e col² não observaram diferença no diâmetro interno da luz do vaso no controle angiográfico imediato após a AC e no reestudo de 24h. Esses achados discordam com os de Nobuyoski e col¹⁶ que identificaram significativa redução no DLM um dia após a AC.

No presente estudo encontrou-se progressiva deterioração do DLM ao longo dos 15min após AC. Este fenômeno determinou uma RE total de $34,29 \pm 20,40\%$ ao final de 15min. Esses dados demonstram, diferentemente de outros autores^{2,10}, que a RE é um fenômeno dinâmico e ocorre ao longo de pelo menos 15min após AC com sucesso.

Observou-se, também, tendência à maior RE nas lesões coronárias mais complexas, ou seja, as lesões do tipo B₂ tiveram numericamente maior RE que as B1 e estas, por sua vez, maior que as do tipo A, embora sem significado estatístico. Dados de literatura^{2,17} demonstraram que a RE em lesões excêntricas é maior que em lesões concêntricas.

Curiosamente, neste estudo, identificamos RE semelhante em lesões excêntricas e concêntricas.

Uma relação balão/artéria >1 indica hiperdistensão do vaso. A hiperdistensão da artéria está associada a maior injúria na parede do vaso, acarretando maior índice de dissecções coronárias e complicações agudas sem determinar, entretanto, benefício no que se refere a um menor grau de lesão residual ou no índice de reestenose³. Previsivelmente, encontrou-se maior RE no grupo com uma relação balão/ artéria >12,3,10.

Na subdivisão dos doentes de acordo com as lesões residuais imediatamente após a AC nos grupos I e II, observa-se que as características morfológicas das lesões antes da AC do grupo II eram mais complexas (lesões do tipo B₂ e C) do que as do grupo I. Este fato determinou, presumivelmente, que os pacientes do grupo II apresentassem lesão residual média superior aos do grupo I. Além disso, as lesões residuais em todos os controles angiográficos ao longo dos 15min foi estatisticamente maior no grupo II do que no grupo I. Ou seja, não houve paralelismo entre os perfis das lesões residuais médias entre grupo I e grupo II ($p<0,0001$) (fig. 3). Outro fato digno de nota é que no grupo II, a RE nos controles angiográficos de 5, 10 e de 15min foi maior do que àquela do grupo I. Conseqüentemente, estes dois fatores (lesão residual e RE maior no grupo II) determinaram que os pacientes do grupo II desenvolvessem, com maior probabilidade, lesões residuais acima de 50% nos controles angiográficos nos primeiros 15min.

Nesse contexto, esses dados demonstram que as lesões residuais que se situam entre 30 e 50%, no controle angiográfico imediato, determinam maior RE ao longo dos 15min. Esse grupo de pacientes desenvolve lesões residuais superior a 50% proporcionalmente maior nos primeiros 15min após a AC, necessitando, por este motivo, de um maior número de redilatações. Os pacientes do grupo II apresentaram maior RE que os do grupo I porque, possivelmente, as artérias com lesões residuais entre 30 e 50% estiveram mais propensas a uma maior desestruturação médio-intimal, decorrente de hemorragia da camada média, da íntima ou da própria placa, desencadeando perda maior no diâmetro interno da luz ao final de 15min.

Dados de literatura demonstram que a lesão residual após AC é um fator preditor importante de reestenose⁵. Quanto maior a lesão residual após AC maior o índice de reestenose^{5,14}. É possível que, pelo fato da RE ter sido maior nos pacientes que apresentaram lesão residual imediata entre 30 e 50%, este fenômeno possa ser, tam-

bém, um fator que contribua para um maior índice de reestenose. Estudos futuros serão necessários para determinar a sua contribuição precoce no fenômeno da reestenose.

Desta maneira, acreditamos que seja importante o controle angiográfico nos 15min após AC com sucesso, principalmente, quando a lesão residual imediata situar-se entre 30 e 50%.

Referências

1. Okaka RD, Lim YL, Boucher CA, Pohost GM, Chesler DA, Block PC - Clinical, angiographic, hemodynamic, perfusional and functional changes after one -vessel left anterior descending coronary angioplasty. *Am J Cardiol*, 1985; 55: 347-55.
2. Hanet C, Wijns W, Michel X, Schroeder E - Influence of balloon size and stenosis morphology on immediate and delayed elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *I Am Coll Cardiol*, 1991; 18: 506-11.
3. Roubin GS, Douglas JS, King SB et al- Influence of balloon size on initial success, acute complications, and restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation*, 1988; 78: 557-65.
4. Waller BF, McManus BM, GarEnkel IH et al - Status of the major epicardial coronary arteries 80to 150 days after percutaneous transluminal coronary angioplasty analysis of the 3 necropsy patients. *Am J Cardiol*, 1983; 51: 81-4.
5. Waller BF - "Crackers, Breakers, Stretchers, Drillers, Scrapers, Shavers, Burners, Welders and Mellers"- The future treatment of atherosclerotic coronary artery disease? A clinical-morphologic assessment. *I Am Coll Cardiol*, 1989;13: 969-87.
6. UchidaY, Haseagawa K, Kawamura K, Shibuyal - Angioscopic observation of the coronary luminal changes induced by percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am Heart J* 1989;117: 769-76.
7. Pandian NG, Kreis A, Brockway B, Sacharoff A, Boleza E,Caro RE- Intravascular ultrasound detection of arterial dissection and intimal flaps. *Am J Cardiol* 1990;65: 1278-80.
8. Honye J, Mahon DJ, Jain A et al - Morphological effects of coronary balloon angioplasty rn vivo assessed by intravascular ultrasoundimaging, *Circulation* 1992; 85:1012-25.
9. Jain A, Demer LL, Raizner AK, Hanley CJ, Lewis IM, Robens R - In vivo assessment of vascular dilatation dunnq percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1985; 60:988-92.
10. Rensing BJ, Hermans WR, Beatt KJ et al - Quantitative angiographic assessment of elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1990; 66: 1030-44.
11. Waller BF, Gorfinkel HJ, Rogers FJ, Kent KM, Robens WC - Early and late morphologic changes in major epicardial coronary arteries after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1984; 53: 42C-7C.
12. Rensing BJ, Hermans WR, Strauss BH, Serruys PW - Regional differences in elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty: A quantitative angiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 34B-8B.
13. Ardissimo D, Di Somma S, Kubica J et al - Influence of elastic recoil on restenosis after successful coronary angioplasty in unstable angina pectoris. *Am J Cardiol* 1993; 71:659-63.
14. RyanTI, Bauman WB, Kennedy JW et al - Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association. Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Committee on Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty). *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 2033-54.
15. Sanders M. Angiographic changes thirty minutes following percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Angiology* 1985; 36: 419-24.
16. Nobuyoshi M, Kimura T, Nosaka H. Restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty: serial angiographic follow-up of 299 patients. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:616-23.
17. Kimball BP, Bui S, Cohen EA, Carere RG, Adelman AG - Comparison of acute elastic recoil after directional coronary atherectomy versus standard balloon angioplasty *Am Heart J* 1992;124: 1459-66.