

TOLERÂNCIA BIOLÓGICA DOS MATERIAIS EM OPERATÓRIA DENTAL

Prof. Léo Werner Süffert

Professor Catedrático de Materiais
Dentários da Faculdade de Odontolo-
gia de Pôrto Alegre, da Universida-
de Federal do Rio Grande do Sul.

SINOPSE

Análise das propriedades dos materiais restauradores, vinculada à reação da polpa e da gengiva em relação a essas propriedades. Se classificam as reações biológicas segundo a preparação cavitária, as propriedades dos materiais restauradores e sua deficiente manipulação. Comenta implantes experimentais de substâncias restauradoras e as reações provocadas pelas mesmas. Analisa a adesividade dos distintos materiais restauradores às paredes cavitárias e o uso de vernizes.

Segundo informações recentemente publicadas, cientificamo-nos de que, anualmente, a literatura médica e odontológica internacional, aumenta em cerca de 50.000 artigos; este

fator, por si só, nos diz do crescimento invulgar destas ciências e de suas respectivas disciplinas. Torna-se cada vez mais difícil ao cientista, manter-se atualizado com a literatura internacional.

Em relação ao odontólogo, o crescimento e a evolução constante das Ciências dos Materiais Dentários, com novos produtos e novas técnicas, surgindo quase que diariamente, criaram para o mesmo, um problema complexo de analisar e avaliar, não só a literatura, mas a propaganda em relação a novos materiais, novos processos e novas aparelhagens.

Embora o odontólogo, neste sentido, se depare com frustrações e dificuldades, a contínua modificação do panorama de uma clínica quotidiana, face a novas descobertas,

Trabalho apresentado às III Jornadas Odontológicas Internacionais, Comemorativas às Bôdas de Ouro do Cíelo Odontológico Santafesino, Santa Fé, Rep. Argentina.

Ao mesmo tempo em que estaremos reduzindo a possibilidade de reações pulpares irreversíveis, estaremos ainda, propiciando um menor índice de solubilidade e desintegração do silicato, fator indiretamente responsável pelas reações gengivais, frequentemente encontradas nas restaurações de classe V. A avidês por umidade dos tubos dentinários recém cortados por instrumentos rotatórios de alta velocidade, a rapidez sempre crescente, face à vida agitada atual, com que se devem restaurar imediatamente os dentes, não permitem o suficiente tempo por parte da natureza, da formação de dentina secundária, razão por que cada vez mais se tornam necessários conhecimentos mais aprofundados por parte do odontólogo dos «porquês» da observância a detalhes na manipulação e inserção de um material restaurador.

Acredito mesmo que os colegas que nos antecederam a muitos anos, com o hábito do «curativo» de demora, não tinham tantos problemas com silicatos como os temos nós, hoje em dia.

Quanto a reações biológicas nas gengivas, face à restauração de amálgama mal manipulado e mal inserido, acreditamos constituírem a grande maioria dos problemas periodonticos!

Manipulação e inserção incorreta de amálgamas, que propiciem fenômenos de expansão retardada e excessiva dos mesmos, bem como fenômenos de corrosão, conseqüentes, ocasionam evidentemente fenômenos de aparente intolerância biológica do material! Isto sem falarmos naque-

la outra deficiência comum em relação à má inserção que é aquêle excesso junto às margens cervicais!

É evidente que a culpa, neste sentido, não cabe em absoluto ao material restaurador.

3º) Em terceiro lugar poderíamos classificar aquelas reações biológicas face a um material restaurador, devidas às suas características de adaptação às paredes cavitárias e ao seu coeficiente linear de expansão térmica. Neste sentido sim, veremos que há aquêles materiais restauradores que analisados no que se relaciona a estas características são mais eficientes e há aquêles que são menos eficientes.

Estas duas características de um material restaurador, frequentemente poderão ocasionar reações pulpares face ao fenômeno da «percolação marginal».

4º) Em quarto lugar e, ainda diretamente relacionadas com a propriedade inerente ao próprio material, classificaríamos as reações biológicas face ao trauma ocasionado pela condutibilidade térmica do mesmo.

5º) A maior ou menor porosidade própria de um material restaurador junto às gengivas, fará com que o mesmo seja mais ou menos tolerado por estes tecidos. Talvez seja responsável este fator, por si só, pela tolerância aparentemente excelente do ouro coesivo e das porcelanas.

6º) Na última categoria classificaríamos finalmente a maior ou menor tolerância dos materiais face à implantação dos mesmos tecidos.

Neste último sentido nos parece

importante salientar as propriedades carcinogênicas de alguns materiais, quando implantados em ratos, propriedades estas devidamente comprovadas em estudos histológicos, a ponto de fazer com que o «Journal of Bone and Joint Surgery» não mais aceitasse para publicação artigos descrevendo técnicas de implantações com determinados materiais, enquanto não ficassem bem esclarecidas as possibilidades carcinogênicas em relação à «anima nobile».

Em relação à implantação com níquel, por exemplo, Hueper, W.C., nos informa que «ratos e coelhos implantados subcutâneamente e intra-femuralmente com níquel metálico, em pó, desenvolvem sarcomas de vários tipos histológicos em cerca de 30% dos casos». (2)

Em relação a plásticos, Turner em 1941 (3), acidentalmente, encontrou que discos de baquelite implantados durante períodos longos em ratos albinos, eventualmente produzem fibro-sarcoma.

O referido autor chama atenção para o possível interesse prático deste fato em relação às reações teciduais possíveis, com os plásticos atualmente usados em cirurgia. Estas observações foram agora confirmadas por Laskin, D.M. et al (4) na produção experimental de sarcomas, através implantações de metil-metacrilato e por Bering et al (5), através de implantações de polietileno puro.

Ebling et al (6) utilizando ratos Wistar de três meses de idade, implantaram na língua dos mesmos, fios de cat-gut 000, mono-nylon 0000,

multi-nylon 000, sêda 000 e algodão; efetuando estudos histológicos aos 48 horas, 10 dias e 30 dias, concluindo que «tudo se passa como se o multi-nylon não fôsse reabsorvido em absoluto, ao passo que o cat-gut é muito lentamente reabsorvido, ambos sem infiltração. Os outros tipos de fios apresentam infiltração linfoplasmocitária discreta aos 30 dias de experiência».

Mitchell, D.F. (7) implantando em tecido conectivo de ratos, por sob a derme, 22 materiais diferentes, após períodos de 2 dias, 2 semanas e 4 semanas, estudando microscopicamente as reações inflamatórias dos materiais e classificando as mesmas em suaves, moderadas e severas, encontrou o seguinte:

Reações suaves: ouro coesivo, incrustações a ouro, porcelana fundida, resina de rápida, ZnO-eugenol, acetato de zinco, fosfato de zinco, cimento de resina e verniz.

Reações moderadas: amálgama de prata, resina de rápida acrescida de 2% de fluoreto de sódio, ZnO + acetato de zinco e hidróxido de cálcio, hidróxido de cálcio, guta-percha e silicato.

Reações severas: amálgama de cobre, cimento de cobre e uma das resinas acrescida de 5% de fluoreto de sódio.

Estudos que visem analisar a maior ou menor tolerância biológica dos materiais odontológicos de per si, são, sob o ponto de vista clínico, muito complexos e difíceis de realizar. Assim, por exemplo, em ratos, o preparo cavitário e o próprio tipo de preparação, face à sua

anatomia dentária, é muito distinto daquele que iríamos executar em nossas clínicas, para os diferentes materiais restauradores! O mesmo sucederia em relação à preparações feitas em dentes de cães. Além disso, as condições de higiene bucal são muito diferentes também. Por isso, até hoje, não conhecemos nenhum trabalho em que haja uma correlação íntima entre as possíveis reações biológicas de um material e sua utilização na clínica, aliada a um estudo histológico correto!

Simples observações clínicas em relação à tolerância das gengivas, por exemplo, têm sido associadas à restaurações a amálgama classe II, como no trabalho de Trott, J.R. em que o autor examinou 82 casos de gengiva inter-proximal, em casos de amálgama de classe II, em pacientes entre 20 e 30 anos, primeiro-anistas de odontologia ou medicina. Em 35 dos 82 casos se apresentaram reações gengivais. De outro lado também verificou que havia correlação entre excesso de material na margem cervical e reações gengivais! Em 7 indivíduos, havia mais reação gengival, no lado da boca com boas restaurações a amálgama, do que no lado sem restaurações.

App, G.R. (9) efetua estudos histológicos relacionados com a ocorrência de inflamação crônica no epitélio do sulco gengival, subsequentes a restaurações classe V, de amálgamas, silicatos e incrustações a ouro. Chama atenção, no entanto, para seus casos de «contrôle», em que o próprio preparo cavitário, propicia

reações acentuadas nos tecidos moles. Seu estudo foi feito em cães!

Wacrhug, J.J. (10) provoca no esmalte, em zona sub-gengival, de 14 macacos e 8 cães, uma superfície rugosa com o auxílio de uma pedra de diamante. Por suas conclusões, percebemos que a superfície rugosa de um dente, facilita a retenção de placas bacterianas e estas e suas toxinas, constituem o fator irritante para as células epiteliais, razão por que recomenda-se como imprescindível o correto polimento das restaurações, principalmente.

ADESIVIDADE DOS MATERIAIS RESTAURADORES

Até o presente momento não há nenhum material restaurador que apresente uma reunião química ao esmalte e à dentina, não obstante os esforços neste sentido, de muitos investigadores. (11, 12, 13, 14).

O problema tem sido estudado minuciosamente e se tem feito recomendações para novas investigações num sentido específico, fazendo prever, para o futuro, a possível existência de um material ou uma técnica que permita a união química com o tecido dentário. (15, 16, 17, 18 e 19).

Entretanto, devemos reconhecer que o fenômeno da percolação marginal, ou seja, o extravasamento de fluidos entre as margens das restaurações e as paredes cavitárias é um fato ao qual podem ser atribuídas muitas das reações biológicas decorrentes de restaurações em operação dental.

Muitos investigadores abordaram este aspecto, trazendo um pouco de luz ao problema (20-28).

A guta-percha, por exemplo, é um material que produz severas irritações pulpares, seguidamente, apesar de ser, por si só um material não irritante. A observação clínica geral, nos diz que quando usada como material restaurador temporário, os dentes continuam com sensibilidade. Chamamos atenção para o fato de que a guta-percha é um material deficiente no que se relaciona às paredes cavitárias e possui um alto coeficiente de expansão térmica, fatores estes responsáveis pelo extravasamento de fluidos e outros irritantes, através das margens da restauração.

De outro lado, as qualidades não irritantes do ZnO-eugenol, estão perfeitamente estabelecidas, e geralmente tem sido atribuídas ao pH neutro da mistura. Entretanto, no que se relaciona aos fenômenos de percolação, já foi demonstrado que este material é excelente (29) reduzindo a possibilidade de penetração de fluidos e micro-organismos através das margens das restaurações.

No mesmo sentido, o amálgama, sem propriedades adesivas, com elevado coeficiente de expansão térmica, apresenta também, de forma acentuada, os fenômenos de percolação, os quais no entanto tendem a decrescer com o tempo. Provavelmente, esta redução se deva à formação de produtos de corrosão. Phillips (30) sugere a possibilidade de deposição de materiais que con-

tenham enxofre com a formação subsequente de sulfetos de estanho ou de prata.

O mesmo autor ainda menciona a possibilidade de crescimento, a partir do amálgama e em direção às paredes cavitárias, de partículas de estanho puro, desta forma diminuindo o fenômeno do extravasamento nesta área crítica. Não obstante as propriedades oligodinâmicas de prata, estanho e cobre, preferiríamos atribuir ao fator anteriormente mencionado a recorrência relativamente pequena de cáries em restaurações de amálgama.

A penetração através as margens das restaurações de fluidos é particularmente danosa em cavidades de certa profundidade.

Sabemos que a dentina em camadas a 200 micra é um ótimo isolante aos choques térmicos. Em camada menos espessa, no entanto, deve-se tomar em consideração o aspecto da condutibilidade térmica do material restaurador!

VERNIZES

O papel exato dos vernizes na odontologia restauradora, tem sido exaustivamente estudado e ficou razoavelmente bem esclarecido. (31, 32) Compostos geralmente de uma resina natural ou sintética, dissolvida em um solvente tal como éter ou clorofórmio, este último evapora, deixando uma película sobre a cavidade preparada. Esta película, na maioria das vezes, embora ótimo isolante térmico, é fina de mais para atuar com eficiência neste sentido.

São, não obstante, ótimos em reduzir o fenômeno que os norte-americanos chamam de «leakage» e deveriam ser utilizados sob restaurações a amálgama a fim de reduzir as possibilidades de percolação, principalmente no primeiro mês após a inserção.

A resistência à penetração, por parte dos vernizes, a certos ions, é outra das características que os torna recomendáveis, particularmente por sob restaurações de silicatos e cimentos de fosfatos em que o problema de pH deve ser tomado em consideração. Embora a película remanescente após a aplicação de vernizes, não seja totalmente impermeável, propicia uma substancial proteção à penetração ácida.

Poder-se-ia alegar que misturas de ZnO-eugenol e hidróxido de cálcio permitiriam que se prescindisse da aplicação de vernizes. No entanto, gostaríamos de lembrar as funções algo distintas de ambos: vernizes não são de todo eficientes como isolantes térmicos, ao passo que ZnO-eugenol e hidróxido de cálcio o são.

Se utilizarmos como base de uma restauração, o ZnO-eugenol ou o hidróxido de cálcio, eles deverão ser evidentemente aplicados antes. Se de outro lado, utilizarmos como material base, o fosfato de zinco, então deveremos aplicar antes o verniz.

A aplicação de verniz deve seguir uma técnica adequada, preferindo-se a cobertura total das superfícies cavitárias, mediante aplicação de diversas camadas finas sobrepostas. O aumento da viscosidade no verniz,

dificultará sua adaptação às superfícies cavitárias. A remoção de excesso junto às margens é recomendada, particularmente em relação às restaurações a silicato, devendo-se fazê-lo, no entanto, com extremo cuidado, a fim de não «descamar» a película, reduzindo em muito sua eficiência.

MATERIAIS PARA BASES

No sentido de aumentar a resistência de materiais do tipo ZnO-eugenol e hidróxido de cálcio, alguns fabricantes têm procurado melhorar seus produtos (33). Alguns profissionais têm inclusive, substituído estes materiais pelos que anteriormente usavam ou seja hidróxido de cálcio puro, ZnO-eugenol ou cimentos de fosfato. O problema que se possa apresentar, é relacionado com a pergunta, se estes materiais possuem suficiente resistência à compressão, distensão ou cisalhamento, não nos parece tão importante, uma vez que não acreditamos que o material base seja responsável por fraturas subsequentes em restaurações metálicas na maioria das vezes. Acha-mos que o papel principal do material base se deve relacionar à considerações de ordem biológica, tais como isolamento térmico, vedamento e possibilidade de propiciar a formação de dentina secundária. Deve o material base ser, no entanto, suficientemente resistente para permitir as pressões corretas de condensação de um amálgama, por exemplo. Aliás, neste sentido, acreditamos na extraordinária vantagem que

constituirão num futuro próximo, as ligas para amálgamas com micro-partículas esféricas, ora em adiantada fase de experimentação, nos Estados Unidos. (34) Amálgamas elaborados com este tipo de partículas não requerem quase nenhuma pressão, a não ser pressões muito suaves, sendo necessários até, condensadores de diâmetro bem mais amplo que os comumente empregados. Neste mesmo sentido a própria colocação de matrizes, fica grandemente facilitada.

RESTAURAÇÕES TEMPORÁRIAS

As deficiências já enumeradas da guta-percha, fazem com que se evite o emprego deste material como restaurador temporário.. As qualidades de vedamento e adaptação dos cimentos de ZnO-eugenol, não fôsse sua baixa resistência, fariam do mesmo, um material ótimo para restaurações temporárias. A solução colética, nos parece a mais aconselhada: a elaboração de uma restauração temporária, com resina, digamos, cimentada com ZnO-eugenol!

SILICATOS

Não obstante as diversas tentativas de melhorar as propriedades físicas dos silicatos, tais como o acréscimo de fibras de vidro e outros materiais, bem como modificações em técnicas de manipulação, inclusive recorrendo à manipulação mecânica e em ambientes de temperatura bem mais baixa do que a ambiente, somos forçados a concluir

que não houve melhoras em suas propriedades, muito embora hoje em dia, estejam bem mais divulgadas e aceitas pacificamente, aqueles detalhes que deveremos seguir, no sentido de tornar os silicatos, respeitadas suas deficiências inerentes, o menos deficientes possíveis. (35, 36).

De particular importância é o fato de verificarmos que, não obstante seu índice de solubilidade relativamente elevado, não se observam com tanta frequência recorrência de cáries neste tipo de material restaurador, fato este, geralmente atribuído ao teor em fluoretos que possuem os silicatos, utilizados pelo fabricante, como fluxos durante a sua cocção. Os fluoretos, de alguma forma reagem com esmalte e dentina adjacentes, ocasionando uma acentuada redução da solubilidade destes últimos. Eis a razão porque devemos cuidar para que não haja excesso de verniz nas margens das restaurações, porquanto, este reduziria a eficiência da ação indireta dos fluoretos.

RESINAS

O fenômeno da percolação neste material é, geralmente mais acentuado do que em qualquer outro material restaurador. Não possuem ação bacteriostática nem germicida. Não há como no caso dos amálgamas, uma diminuição com o decorrer do tempo, do fenômeno da «lênkage» e possuem um elevado coeficiente de expansão térmica.

Tudo que pudermos fazer para conseguir, por conseguinte, uma me-

lhor adaptação do material às paredes cavitárias, deverá ser feito. A técnica de Nealon, por exemplo, nos permitirá, em geral, melhor adaptação. A utilização de soluções «primer» e «seal» embora não propiciem melhor adesão da resina às paredes dentinárias, «limpando-as», permitirão uma melhor humectação das mesmas por parte das resinas. Não deverão ser confundidas com vernizes, pois sua ação é totalmente diversa. Acreditamos que o problema de estabilidade de côr, possa, num futuro próximo, ficar completamente resolvido. Seu baixo módulo de elasticidade, baixa dureza e elevado coeficiente de expansão térmica, são propriedades para as quais devemos estar atentos.

AMÁLGAMAS

Existem, todavia, alguns problemas que se procuram solucionar, em relação a este material restaurador, tão vastamente empregado pelo odontólogo. Um dos principais é aquele que se relaciona com fraturas nas margens das restaurações. Sua dutilidade, relativamente baixa, bem como sua talvez, insuficiente resistência à distensão e ao cisalhamento poderiam ser responsabilizados pelos fenômenos acima enunciados.

De um modo geral sabemos que a resistência dos amálgamas, pode ser grandemente aumentada, se mantermos o teor em mercúrio, da restauração, por volta de 50%.

A apresentação das limalhas para amálgamas na forma de «pellets» constitui uma forma adequada pa-

ra partirmos com uma proporção adequada. Entretanto a relação cápsula-pistilo, nos amalgamadores mecânicos é de suma importância. Da mesma forma é a estabilização da corrente elétrica. Quanto à relação cápsula/pistilo, devemos atentar para que a primeira seja suficientemente ampla e o segundo relativamente curto a fim de permitir uma fragmentação mais fácil das partículas comprimidas pelos aparelhos de compressão dos fabricantes. Aliás, neste sentido constituem um pequeno problema para o fabricante: comprimir ou condensar os «pellets» com uma pressão adequada, ou seja de modo a não requerer pressões excessivas por parte do odontólogo, na sua fragmentação, como não permitir que por falta de pressão os «pellets» se fragmentem na própria embalagem.

A tentativa que se tem feito no sentido de um substituto para os amálgamas em odontologia, é digna de menção. (37) Estas novas ligas apresentam duas características excelentes: sua capacidade humectante («wettability») e sua capacidade de adquirir alto brilho e mantê-lo. Na fase inicial de seu estudo, desaparam os investigadores com um fenômeno extraordinário da excessiva exotermia, que estes materiais apresentavam, durante sua reação de cristalização.

O polimento destas restaurações de amálgama deverá ser executado com o máximo cuidado, no sentido de não permitir desenvolvimento de calor. Mitchell et al (38) chamam atenção para o que pode acontecer se

a temperatura durante o polimento ou em outra ocasião qualquer ultrapassar a 65°C: o mercúrio afluirá para esta área e subsequentemente por difusão penetrará na restauração, deixando como consequência uma superfície porosa e sujeita às corrosões possíveis no meio bucal.

CONCLUSÃO

Enquanto não houver estudos clínicos e histológicos que estejam em realidade correlacionados intimamente com a situação real do emprego do material restaurador, na boca de pacientes, não nos parece lícito atribuir sistematicamente ao material restaurador, resguardadas as condições específicas e deficiências sobejamente conhecidas dos mesmos, intolerância biológica em operatória dental.

RESUMEN

Análisis de las propiedades de los materiales de obturación, vinculada a la reacción de la pulpa y la encía frente a ellas. Se clasifican las reacciones biológicas ante la reparación cavitária, las propiedades de los materiales y su deficiente manipulación. Comenta implantes experimentales de sustancias obturatrizes y las reacciones frente a ellas. Se analiza la adhesividad de los distintos materiales a las paredes cavitárias y el uso de barnices.

SUMMARY

A survey is carried out of the properties of filling materials so far as pulpal and gingival reaction is con-

cerned. Biologic reactions in connection with cavity preparation, properties of the materials and their faulty manipulation, are classified. Experimental implants of filling substances and reactions there to are discussed. The adhesiveness of the various materials to the cavity walls and the use of varnishes, is dealt with.

SOMMAIRE

C'est une analyse des propriétés des matériaux d'obturation, liée à la réaction de la pulpe et au comportement de la gencive vis-à-vis d'eux.

On classe les réactions biologiques avant la préparation de la cavité, les propriétés des matériaux at leur manipulation défectueuse. On comment l'implantation expérimentale de substances d'obturation et les réactions qu'elles suscitent. On analyse l'adhésivité des matériaux distincts aux parois de la cavité et l'emploi de vernis.

ZUSAMMENFASSUNG

Analyse der Füllmaterialeigenschaften in Bezug auf die Reaktion des Zahnfleisches denengegenüber. Es werden die biologischen Reaktionen auf die vorbereitende Aussshölung, die Materialeigenschaften und deren Fehlanwendung klargestellt. Es werden experimentelle Anwendungen von Füllsubstanzen und die Reaktionen auf jene kommentiert. Die Adhäsionsfähigkeit der verschiedenen Materiale und die Zanhöhlenwände, sowie die Anwendung von Glasuren wird analysiert.

BIBLIOGRAFIA

1. ROMANELLI, J.H. — «Periodoncia y operatoria dental» III — El margin gengival de las restauraciones». *Rev. Odont. Argentina* 46:341-358, 1958.
2. HUEPER, W.C. — «Experimental studies in metal cancerigenesis» — IV. *J. Nat. Cancer Inst.* 16:55-73, 1955.
3. TURNER, F.C. — «Sarcomas at sites of subcutaneously implanted bakelite discs» — *J. Nat. Cancer Inst.* 2:81-83, 1941.
4. LASKIN, D.M., ROBINSON, I.B., and WEIMANN, J.P. — «Experimental production of sarcomas by methyl methacrylate implants» — *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.* 8:329-332, 1954.
5. BERING, E.A., Jr., MCLAURIN, R.L., LLOYD, J.B. and INGRAMM, F.D. — «The production of tumors in rats by the implantations of pure polyethylene» — *Cancer Research*, 15:300-301, 1955.
6. EBLING, H., LORANDI, C.S. e BARBACHAN, J.J.D. — «Reação aos diferentes tipos de fios de sutura: observação em língua de rato» — (Informação pessoal — Trabalho a ser publicado)
7. MITCHELL, D.F. — «The irritational qualities of dental materials» — *J.A.D.A.* 59:954-966, Nov. 1959.
8. TROTT, J.R. — «Effects of class II restorations on health of the gingiva: a clinical survey» — *J. Canad. D.A.* 12:765-770, Dec. 1964.
9. APP. GEORGE R. — «Effect of silicate, amalgam, and cast gold on the gingiva» — *J. Prost. Dent.* 11(3):522-532, May-June 1961.
10. WAERHAUG, JENS — «Effect of rough surfaces upon gingival tissues» — *J. Dent. Res.* 35:323-325. Apr. 1956.
11. BUONOCUORE, M.G., WILEMAN, W.R., and BRUDEVOLD, F. — «A simple method of increasing adhesion of acrylics to enamel surfaces.» *J. Dent. Res.* 33:694- Oct. 1954.
12. ROSE, E.E., IAL, J., WILLIAMS, N.B. and FALCETTI, J.P. — «The screening of materials for adhesion of acrylic autopolymers to tooth structure» — *J. Dent. Res.* 33:701 Oct. 1954.
15. PHILLIPS, R.W. and RYGE, G. — «Adhesive restorative dental materials» — Indiana, U.S.A., Owen Litho Service, 1961, X+216 p.
16. BOWEN, R.L. — «Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues II. Bonding to dentin promoted by a surface active comoner» — *J. Dent. Res.* 44(5):903-905, Sep-Oct 1965.
18. BOWEN, R.L. — «Adhesive unding of various materials to hard tooth tissues. IV Bonding to dentin, enamel, and fluorapatite improved by the use of a surface-active comoner» — *J. Dent. Res.* 44(5):906-911 Sep-Oct 1965.
19. MYERS, C.L., RYGE, G., HEYDE, J.B. and GLENN, J.F. — «In vivo test for bonding strength» — *J. Dent. Res.* 42:907-911 Jul-Aug, 1963.

- 20) NIELSEN, R.J., WOLCOTT, R. and PAFFENBARGER, G.C. — «Fluid exchange at the margins of dental restorations» — J.A.D.A. 44:228-295, Mar 1952.
21. CRAEFORD, W.H. — «Fluid penetration between filling and teeth usin Ca^{45} » — J. Dent. Res. 33:694 Oct 1954.
22. SELTZER, S. — «The penetration of microorganisms between the tooth and direct resin fillings» — J.A.D. 51:560-566 Nov. 1955.
23. GOING, R.E., MASSLER, M. and DUTE, H.L. — «Marginal penetrations of dental restoration as studied by cistal violete dye and I^{131} ». — J.A.D.A. 61(3):285-300 Sept 1960.
24. SWARTZ, M.L. and PHILLIPS, R.W. — «In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials» — J.A.D.A. 62:141-151 Feb 1961.
25. SWARTZ, M.L. and PHILLIPS, R.W. — «Influence of manipulative variables on the marginal adaptations of certain restorative materials» — J. Pros. Dent. 12:172-181 Jan-Feb 1962.
26. BAUMGARTNER, W.J., BUSTARD, R.E. and FEIARABEND, R.F. — «Marginalleakage of amalgam restorations» — J. Pros. Den. 13:346-353 Mar-Apr 1963.
27. YEN, P.K.J. — «Marginal penetration around dental restorations» — Dent. Progress 3:232-235 July 1963.
28. MORTENSEN, D.W., BOUCHER, N.E. and RYGE, G. — «A methode of testing for marginal leakage of dental restorations with bacteria» — J. Dent. Res. 44:58-63 Jan-Feb 1965.
29. KAKAR, R.C. and SUBRAMANIAN, V. — «Sealing qualities of various restorative materials» — J. Pros. Dent. 13:156-165 Jan-Feb 1963.
30. PHILLIPS, R.W. — «New concept in materials used for restorative dentistry» — J.A.D.A. 70:652-661 Mar 1965
- 31) GILLINGS, B. and BUONOCORE, M. and SARDA, O. — «In vitro evaluation of cavity liners» — Dent. Progress, 1:57-62 Oct 1960.
32. SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. and CHAMBERLAIN, N. — «Continued studies on the permeability of cavity liners» — J. Dent. Res. 41:66-74 Jan-Feb 1962.
33. SAWUSCH, R.H. — «Dycal capping of exposed pulps in primary teeth» — J. Dent. Children 30:141, Third quarter, 1963.
34. DEMAREE, N.C. & TAYLOR, D.F. — «Properties of dental amalgam made from spherical alloy particles» — J. Dent. Res. 41:890 July-Aug 1962.
35. NORMAN, R.D., SWARTZ, M.L. & PHILLIPS, E.W. — «Etudies on the film thickness, solubility and marginal leakage of dental cements» J. Dent. Res. 42:950-958 Jul-Aug 1963.
36. SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W., NORMAN, R.D. & OLDHAM, D.F. — Strenght hardness and abrasion characteristics of dental cements» — J.A.D.A. 67:367-374 Sept 1963.

37. WATERSTRAT, RICHARD M. & LONGTONE, ROBERT W. — «Gal-
lium-Palladium alloys as dental filling material» — Public Health Ser-
vice 79:638-642 Jul 1964.
38. MITCHELL, J.A., DICKSON, G. & SCHOONOVER, I.C. — «Xray
diffraction studies of mercury diffusion and surface stability of dental
amalgam» — J. Dent. Res. 34:744 Oct 1955 (Abstr. M-23)