



1290005196

TCE/UNICAMP
H782r
FOP

NEIDE MESCOLOTTI HORII
NEUZA MARIA VILLARON PRADO

RESINAS COMPOSTAS — INFILTRAÇÃO MARGINAL E CONDICIONAMENTO ÁCIDO

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Especialista em Dentista Restauradora.

PIRACICABA
1987

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

Ao Professor Dr. Raul Sartini Filho, nosso orientador
em quem reconhecemos seriedade e dedicação ao
trabalho, um agradecimento especial.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Drs. Dalton Belmudes de Toledo e José do Carmo Battistuzzo, pelo que contribuíram para a nossa evolução no Curso de Especialização, Área de Dentística e pela amizade com que sempre nos distinguiram;

A Bibliotecaria Chefe Sra. Ivani do Carmo Guidolim Gerola co laboradora e amiga que dedicou grande soma de esforços para nos ajudar neste trabalho.

SUMÁRIO

Página.

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISTA DA LITERATURA.....	8
3. DESENVOLVIMENTO.....	27
4. CONCLUSÃO.....	41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1 - INTRODUÇÃO

RESINAS COMPOSTAS - INFILTRAÇÃO MARGINAL E CONDICIONAMENTO ÁCIDO

1. INTRODUÇÃO

A infiltração marginal é o resultante do selamento marginal inadequado.

A contração é o maior fator contribuinte para a quebra do selamento marginal em se tratando de resinas compostas.

Com o desenvolvimento das resinas compostas em bora o problema da infiltração tenha sido diminuído, ainda assim não foi completamente solucionado. Evitar a formação de espaços entre a restauração e o dente, e assim produzir um selamento permanente entre o substrato dental e o composito seria ideal (3).

As irritações pulpares e as cáries reincidentes podem advir do fato da restauração não vedarem suficientemente as cavidades.

Partindo da premissa que os materiais restauradores estênicos existentes até então não preenchiam os requisitos deles exigidos, Bowen 1962, desenvolveu pesquisas com a finalidade de encontrar um material com propriedades mais aceiti

táveis. A partir desse trabalho surgiram as resinas compostas cujas finalidades seria de proporcionar melhor união entre a estrutura dental e a resina, diminuindo a infiltração marginal (27).

As resinas compostas são uma combinação tridimensional de pelo menos dois materiais quimicamente diferentes com uma interfase definida que separa os componentes como nos compostos dentais. Esta combinação de materiais proporciona propriedades que não se poderiam obter somente com um dos componentes. Um material de restauração composto é pois aquele que tem sua composição uma parte inorgânica e a matriz de resina, de tal maneira que as propriedades dessas sejam melhoradas (32).

Uma das técnicas que tem mostrado reduzir a infiltração marginal nas restaurações de resina é aquela em que as paredes do esmalte são condicionadas com solução ácida. Isso permite uma adaptação mais intensa entre o material restaurador e a estrutura dental, eliminando a necessidade de retenções adicionais (1).

Buonocore atribui o aumento de resistência da união resina/esmalte condicionado (ácido fósforico a 85% por 38") a diversos fatores:

1º) "Como resultado de condicionamento ácido, ocorre um aumento da área de esmalte disponível para interagir com a resina".

2º) "Exposição da estrutura orgânica do esmalte que então serve da estrutura de adesão".

39) "Remoção da estrutura inerte da superfície do esmalte, expondo a superfície reativa.

49) "A presença, sobre o esmalte de uma camada fortemente adsorvida de grupos de fosfatos altamente polarizados, derivados do ataque ácido".

Muitos investigadores tem estudado "in vitro" o efeito de diversos ácidos em esmalte de dentes humanos e de bovinos, mas os resultados de Silvestone, em 1974 foram decisivos na escolha, do tipo e concentração dos ácidos recomendados para seus sistemas de resina composta.

Silvestone observou 2 tipos de ataque ao esmalte pelo ácido fosfórico. O 1º foi o aparecimento de microporos superficiais.

A superfície porosa, constitui, a chave da retenção das resinas. Ele observou ainda que a maior retenção obtida para a resina é quando o esmalte é condicionado usando ácido fosfórico nas concentrações entre 20% e 50% (Simonsen Tompson).

Com o advento de novos materiais e métodos, se fez necessário algumas modificações nos preparos das cavidades, para proporcionar também algumas vantagens no que concerne à infiltração marginal.

O preparo convencional dos dentes para receber o material restaurador tem sido uma cavidade com a borda superficial de 90° (Gilmore & Lund/1973).

Modificando-se a angulação tem-se a vantagem

de aumentar a área da superfície do esmalte utilizável para o condicionamento. No entanto, existem divergências quanto a disposição da borda cavosuperficial.

Buonocore, Sheikoleslan e Glina (1973) sugeriram um acabamento de borda cavosuperficial de 90° como uma modificação no preparo convencional com a finalidade de aumentar a área do esmalte condicionado para produzir um aumento no selamento marginal.

Outros (Fopel, Grenoble & Kaplan, 1975, Kempler e tal, 1976) acharam que o bixelamento da borda cavosuperficial dos preparos cavitários para resinas compostos, apresentam maior infiltração do que cavosuperficial com 90° .

Socknell (1976) constatou que um bixel cavosuperficial providencia mais superfície de área do esmalte para retenção e melhora a estética. Harokius e outros (1976) modificam o preparo de classe V dando uma curvatura em bixel que manteve um ângulo cavosuperficial de 90° e acharam uma redução da infiltração nas margens com este preparo, comparado com o controle que estava com forma convencional (10).

Eliasson e tal (1977) não constatarem modificações consideráveis na infiltração no que concerne a forma borda cavosuperficial.

Crin e tal (1980) mostraram que o uso de selantes não são necessários para diminuir a infiltração marginal. No entanto o material composto, quando usado, deve ter o máximo de fluidez para permitir que a resina preencha totalmente a superfície atacada.

Foi também observado que a permeabilidade da dentina varia de dente para dente quando a infiltração ultrapassa a função dentina/esmalte e que há uma diferença de infiltração ao longo da margem gengival em comparação à margem oclusal.

Gwinnett's estudou a ultra estrutura do esmalte e revelou que o esmalte cervical tem um padrão de prismas irregulares em que a camada superficial pode carecer de prismas com características normais. Esta variável pode explicar o aumento da infiltração nas margens gengivais.

2. REVISTA DA LITERATURA

Buonocore (1955):

Procurou provocar a alteração da superfície do dente pelo tratamento, químico para produzir uma nova superfície onde os materiais restauradores pudessem aderir. Foram usados dois métodos:

O 1º usou-se fosfomolibdate contendo tungstênio de sódio diluído a 50% em conjunção com 10% de solução de ácido oxálico.

O 2º usou-se ácido fosfórico a 85%.

O 1º método consistiu na aplicação de uma gota de reagente, esfregada na superfície labial do esmalte de incisivos superiores e inferiores e ocasionalmente prémolares e molares, por 30 segundos.

Secou-se com ar comprimido. A gota do ácido oxálico a 10% foi aplicada, e esfregada sobre a área e formou-se um precipitado branco que após ser secado deixou uma superfície opaca.

Lavou-se com água morna enquanto era esfregada com um algodão. Depois de seca aplicou-se uma gota de resina acrílica, de mais ou menos 5mm de diâmetro.

Após o endurecimento o material foi alisado com discos de papel.

Nos dentes controle usou-se água no lugar dos ácidos.

O 2º método foi usado o ácido fosfórico a 85% esfregada na superfície, do esmalte por 30 segundos.

A adesão provocada pelo ácido fosfórico parece forte e mais permanente do que a produzida pelo ácido oxálico fosfomolibdate.

Buonocore et al (1973):

A finalidade deste estudo foi avaliar a habilidade do Nuva-Seal, um adesivo do esmalte polimerizado com luz ultra-violeta para selante das margens cavitárias quando usadas em conjunção com o Adaptic (material restaurador) e um outro material restaurador composto polimerizado com luz ultra-violeta, conhecido como Nuva Fil. Foram preparadas 70 cavidades classe V na superfície vestibular de dentes bovinos. Este grupo foi subdividido em 14 subgrupos de 5 dentes cada.

Sete grupos foram restaurados com resina composta Adaptic e outros, 7 grupos com resina composta polimerizada com luz ultra-violeta (Nuva-Fil.).

Os dentes foram imersos em solução de fucsina básica por 24 horas lavados e seccionados longitudinalmente ao longo da restauração. As secções foram examinadas ao microscópio para medir a penetração do corante (Infiltração Marginal).

Este grupo sugere 2 métodos para o selamento das margens cavitárias contra a infiltração marginal.

19) Acabamento convencional do material restaurador tipo topo a topo e cobrindo ambos (material restaurador e esmalte condicionado) com Nuva Seal.

20) Aplicação de Nuva Seal na cavidade condicionada a inserção do material restaurador que termina chanfrado.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Antero José e Morais Rola e Outros (1975):

Com finalidade de verificar a evidência ou não de infiltração marginal, em restaurações tipo classe IV, feitas com resinas compostas, estes autores empregam o NaI 131 como elemento traçador, testando-o nas seguintes condições:

. Tratamento químico com ácido fosfórico a 50%, contendo 7% de óxido de zinco durante 1 minuto nas paredes de esmalte, mais a aplicação de selante Nuva Seal nas cavidades que foram em seguida restauradas com Nuva Fil.

. Pré-tratamento com ácido fosfórico a 37% por 1 minuto nas paredes de esmalte mais a aplicação de selante Concise nas cavidades que foram em seguida restauradas com resina composta Concise.

Realizadas as restaurações as mesmas foram submetidas à carga oblíqua dinâmica (mastigação simulada) perfazendo um total de 5000 contatos.

Os espécimes foram depois mergulhados em solução do radiosótópio, por 24 horas, e em seguida, foram seccionados e as hemi-seções, montadas em filmes radiográficos peria-picais por 36 horas para a obtenção de autoradiográficas, as quais identificadas pelo Raio X.

Após a análise dos resultados, concluiu-se que:

. As restaurações de classe IV feitas com resi

na composta Nuva Fil, em cavidade tratadas com solução aquosa de ácido fosfórico mais a camada de selante Nuva Seal, apresentaram penetração marginal de NaI 131 em 71,4% dos casos, após a ação da carga oblíqua;

. As restaurações de classe IV feitas com resina Concise em cavidades, tratadas com solução aquosa de ácido fosfórico mais a camada de selante concise, apresentam penetração marginal de NaI 131 em 21,4% dos casos após a ação da carga oblíqua.

. As restaurações realizadas com dois materiais testados e nas mesmas condições porém sem ter sido submetidas à ação da carga oblíqua, não apresentam qualquer penetração marginal.

Miguel Russo e outros (1976)

Verificaram a influência do tratamento prévio do esmalte dental com ácido na infiltração marginal de iodo radioativo, em casos de reconstruções de coroas dentais fraturadas, para que foram utilizadas duas resinas compostas diferentes, submetidas a ciclos de alteração da temperatura.

Para isso foram utilizados noventa dentes anteriores humanos hígidos e recém extraídos que tiveram seus terços incisais fraturados, transversalmente. A dentina exposta foi protegida e os dentes divididos em 4 grupos de vinte ele-

mentos cada e um grupo de dez elementos, que serviu como controle.

. Os espécimes dos grupos números 1 e 3 tiveram o esmalte dental tratados com solução aquosa de ácido fosfórico a 50% durante 1 minuto e foram restaurados, respectivamente, com o auxílio do sistema Nuva (aplicação do Nuva Seal, restaurações com Nuva Fil e, sobre nova aplicação com Nuva Seal) e do restodente.

. Os dentes do grupo 2 e 4 foram tratados da mesma maneira, com excessão, da aplicação do ácido. E tiveram estocados em umidificador a 37°C, durante 40 dias, período em que foram submetidos a 480 ciclos de alteração de temperatura.

Após este período os espécimes foram mergulhados na solução traçadora, NaI 131, foram obtidos as auto-radio gráficas efetuou-se a leitura da profundidade das infiltrações marginais detectadas.

Nessas condições conclui-se que: o tratamento do esmalte dental com solução ácida, e a utilização da resina fluída, previamente a reconstrução de dentes fraturados, melhora sensivelmente as qualidades seladoras das resinas compostas testadas.

C.T.H. Marentes (1976) et al - estudaram a infiltração entre restaurações composta e dentina. Foram utilizados 200 dentes extraídos nos quais preparou-se 2 cavidades classe V (1 vestibular lingual).

Foram divididas em 4 grupos iguais. Uma cavidade por dente foi usado o ataque ácido e a 2ª cavidade sem ata-

que foi restaurada com o mesmo material sem condicionamento.

Três resinas (Adaptic, Concise, Nuva Fil) - tipo I (Restodente).

Foram usadas para preencher a cavidade após usar o selante próprio.

Uma resina modificada (tipo II) - bis GMA foi comprimida como suprimento. Após 24 horas a partir da restauração adjacente ao esmalte em cada cavidade foi removida, até nas junções dentina-esmalte.

Cada grupo foi dividido em 5 subgrupos iguais.

Estes foram examinados, após 24 horas no ar. Uma semana e 2 a 4 imersão em água destilada. Uma solução de sódio fluorescente a 2% foi aplicado por 2 minutos para melhor remover do esmalte a porção da restauração, 3 secções longitudinais de cada dente foram cortadas em ambas as cavidades e a infiltração em cada secção foram colocadas 0.6..

A maior infiltração foi detectada no tipo I em espécimes examinados após 1 semana de imersão, e no tipo II, após 2 semanas de imersão. Após 4 semanas somente Concise teve uma significativa diferença entre infiltração em cavidade condicionada e não condicionadas.

Houve significativa diferença na infiltração entre as paredes das cavidades oclusais e cervicais.

Eliasson et Hill (1977) - estudaram a infiltração marginal, quando foram empregados variações no acabamento das bordas cavosuperficiais de restaurações classe V das resinas compostas, usando radiosotopos.

Cavidades classe V foram preparadas em 180 dentes humanos extraídos. As bordas cavosuperficiais foram preparados em 4 configurações diferentes:

- 1) 90° ;
- 2) 45° em bixel;
- 3) chanfradura curva com rebordo de 90° ; e
- 4) chanfradura curva com reborda de 140° .

Trinta das caries com preparos (1) - foram preenchidos com Concise sem condicionamento para servir de padrão.

As restantes foram preenchidas com Concise após o esmalte ter sido condicionado e revestido com selante. Todas as restaurações foram terminadas com as margens cavosuperficiais iguais com excessão a um grupo de 30 na qual a resina foi super contornada, deixando uma pequena margem que, se estende 1-2mm, além dos rebordos. Metade dos exemplares de cada grupo foi submetidos a 2500 "ciclos térmicos" entre 10° a 60° .

A infiltração em volta das restaurações foi avaliada por autoradiografia com radiocálcio.

Os resultados achados foram os seguintes:

. Restaurações em cavidade sem condicionamento mostraram as maiores, infiltrações e aumentou com o "tratamento térmico".

. Restaurações supercontornadas não infiltram e as outras apresentaram pouca ou nenhuma infiltração.

. O padrão de infiltração foi o mesmo para todos os desenhos do rebordo cavesuperficial.

Makentis and Bradford (1977) este estudo mostrou a adaptação das restaurações de resina composta e ataque ácido.

Foram usados molares humanos recentemente extraídos, limpos com água e que tiveram as raízes seccionadas há alguns milímetros; apicalmente da união cimento-esmalte.

Foram removidos restos de polpa e preparadas 2 cavidades classe V - uma vestibular e outra lingual, cuja parede cervical está ao redor de 1 mm da junção cimento-esmalte.

As cavidades foram preparadas com alta rotação e refrigeradas à água..

Foram divididos em 2 grupos - sendo um grupo restaurador com Concise e o outro com Restodente. Após a restauração foi usada solução de urânio fluorescente à 2% para o traçado. Houve dificuldade na separação mecânica da resina e dente, e por essa razão foram examinados ao microscópio eletrônico as áreas que não foram prejudicadas. Elas mostraram um número de prolongamento de resina de comprimento ao redor de 20mm e 2 a 5 de diâmetros. A superfície da restauração mostrou uma clara impressão da dentina, com fratura e irregularidade, e o exame da dentina mostrou a maioria dos tubulos dentinários completa ou parcialmente fechados pelos "prolongamentos" da resina. Os prolongamentos nos tubulos dentinários oferecem a expec

tativa de se produzir uma retenção mecânica bem como uma "completa" adaptação das resinas às paredes dentinárias. Quanto ao material restaurador, eles oferecem "prolongamentos" similares, quer a resina seja de baixa, ou alta viscosidade.

J.C. Glyn Jones et alii (1978) fizeram uma comparação na infiltração marginal associada a 3 resinas usadas com material restaurador.

Foi examinada a infiltração marginal nas restaurações com 3 resinas (acrílica, composta e isosite) usando um método "in vitro" para a produção de canais secundários submetidas a ciclos térmicos.

Todas as amostras restauradas com acrílico mostraram alguns sinais de infiltração marginal próximas as paredes da cavidade sem ataque ácido, apresentaram leve redução no desgaste comparado com outros materiais.

Herald M. Eriksen and Pears (1978) - foi estudada a histologia das lesões tipo, cárie em volta das restaurações com resina composta. As lesões foram geradas de placas bacterianas, crescendo em um meio "in vitro".

A infiltração foi prevenida por uma técnica de ataque ácido. Foram estudadas secções apicais de dentes experimentais por meio de luz polimerizadas e microradiografias. As lesões de cárie penetram ao longo das restaurações de classe V convencionais enquanto que as restaurações feitas com ataque ácido na superfície do esmalte preveniram totalmente esse crescimento.

Bernhard Luscher et alii (1978) - Microinfil -

tração e adaptação marginal das restaurações de resina composta, estudaram "in vitro" as restaurações com resinas compostas classe II. Essas restaurações classe II foram preparadas de acordo com os procedimentos descritos para "restaurações aderentes" (AR). Elas consistem num desenho especial de cavidade, em esmalte com ataque ácido, e o uso de substância selante de baixa viscosidade com uma restauração de resina composta. O objetivo foi comparar diversas resinas compostas com materiais restauradores em cavidades classe II, preparadas convencionalmente e de acordo com os princípios de AR.

As restaurações foram comparadas no que diz respeito a microinfiltração e adaptação marginal. Elas não apresentaram nenhuma microinfiltração na interface dental e tinham uma perfeita adaptação marginal. Seu uso resultou, numa menor perda de substância do dente sadio, quando comparadas ao modo, de preparo convencional de cavidades.

Henry A. Willians et alii (1978) - este estudo sobre as características superficiais de resina de revestimento das restaurações compostas. Teve o propósito, de examinar e avaliar as características superficiais das restaurações de resinas compostas quando usada a resina de revestimento e sem a resina de revestimento e sem revestimento. O estudo consistiu de 52 pacientes com 3 restaurações compostas anteriores e vestibulares cada um 2 das 3 restaurações foram preenchidas com Adaptic, uma foi condicionada e revestida com Adaptic Glaze.

A terceira foi preenchida com Nuva Fille revestida com Nuva Seal, 4 características básicas foram detecta-

das: falhas na base do revestimento da cobertura, fratura na margem, desenvolvimento nas áreas descobertas e perda generalizada da cobertura. As restaurações compostas revestidas foram significativamente melhores de que as restaurações compostas sem revestimento após 23 meses.

H. H. Chandker (1979) - considerações e respeito de apresentação do Rupp.

Rupp faz uma excelente exposição a respeito da colocação correta, de restaurações de resina composta.

Comparou-a com os cimentos de silicato e resina auto-polimerizáveis, mostrando sua superioridade na estética (cor) e resistência ao desgaste.

Quanto a reincidência da cárie, pela falta de fluoretos na resina, indica a técnica do ataque ácido. Com as resinas compostas foi resolvido relativamente problemas com as restaurações de classe IV, evitando a necessidade de se lançar mão de coroas de porcelana ou coroas metálicas fundidas, também são usadas em ponte temporárias, para ligar braketes ortodonticos, etc.

Fala ainda sobre acabamento e sobre bixel cavo superficial. O 1º deve ser o mínimo possível, perfeitamente convencional (lixa, discos e fitas de acabamento) e após cobrir com o revestimento próprio da resina e o 2º ele põe dúvida a validade do bixel cavosuperficial.

Sérgio Mazzoneto e etalii (1979) - verificaram o grau de infiltração marginal que ocorre entre o dente e a restauração, dentre as diferentes resinas encontradas no mar-

do. No trabalho foram utilizados na 1ª fase 100 dentes recentemente extraídos e preparadas uma cavidade classe V no terço médio da face vestibular, e cada 10 dentes restaurados com uma marca comercial de resina composta.

Os dentes foram imersos numa solução aquosa azul de metileno a 0,5% por 48 horas. Após a secagem à temperatura ambiente, os dentes foram seccionados longitudinalmente, no sentido vestibular palatina, passando o corte pela parte média do dente.

Cada secção foi examinada em lupa estereoscópica, com a finalidade de avaliar a profundidade e a intensidade de penetração do corante entre dente e restauração. 2ª Fase - foi idêntica a 1ª com uma diferença, pois os dentes após restauradas, foram armazenados em dessecador a 37°C.

PEARSON (1979) - Foi feita uma investigação de absorção a longo tempo e solubilidade em 4 compostos.

Quatro materiais foram selecionados, 2 materiais (Adaptic e Coincise) são baseados no material resina de Bowven a 3% (Cosmic) é um alifático uritame diacrilato misturado com a resina de Bowven a 4% material (Perfit) é um material completamente de uretame diacrilato aromático.

Muitos discos de cada material foram preparados de acordo com as instruções de fabricante usando um PIFE moldando com dimensões internas de 1mm de espessura e um SCM de diâmetro.

Após o preparo, os espécimes foram colocados no dessecador a 37°C por 24 horas e então pesados para maior ou

menos o 2mg (W%).

Os espécimes foram colocados num banho de água a 37°C (+1°C) 4 amostras foram tiradas de material 5 amostras de cada material foram removidas de água de imersão e 1 em 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16 e 24 semanas, secadas pesadas.

Depois foram dessecadas a 37°C e pesados em intervalos regulares até obter peso constante.

Conclui-se: Que a irregular solubilidade e a absorção dos 4 compostos podem ser devidas a um tipo de sistema envolvido na química entre a água e as partes componentes dos compostos.

O material cuja base é o uretano diacrilate, ambos produzem ampla variação na absorção e solubilidade das espécies.

HEMBREE 1 (1980) - Este estudo tem por finalidade avaliar a infiltração marginal de algumas resinas de micropartículas, que apresentam maior coeficiente de expansão térmica do que as resinas convencionais.

Foram usadas as resinas Isopast/Contact/Silf. Silar/Concise.

E como resinas convencionais: Adaptic / Adaptic Enamel/Bond e Serviton.

Os resultados que chegaram foram que: quando o esmalte foi condicionado e usado o Adaptic a infiltração marginal foi eliminada ou reduzida

O Serviton mostrou significante desgaste em todos os períodos.

As resinas de micropartículas Silar e Finesse demonstraram uma moderada redução na infiltração marginal após o ataque ácido.

Isopast e Superfill tiveram grande infiltração marginal.

Aparentemente, quanto mais alto o coeficiente de expansão térmica dos materiais de resina composta maior será o potencial de infiltração marginal.

GARY A CRIN 1980 - O propósito deste estudo foi observar como a infiltração ocorre nas margens cavosuperficiais, sob vários tratamentos das margens.

Os procedimentos restauradores foram classificados em três grupos.

Todas as cavidades foram classe V.

No grupo I as cavidades foram preenchidas somente com resina composta.

No grupo II o esmalte foi condicionado antes de restauração.

No grupo III o esmalte foi condicionado e as paredes cavitárias foram forradas com selante antes de resina.

Foram usados premolares extraídos que foram mantidos em água corrente à temperatura ambiente para evitar desidratação.

Foram preparadas cada classe V com convencional - topo a topo nas margens cavosuperficiais nas faces vestibulares e linguais do dente com uma broca nº 70, usando irrigação abundante.

De acordo com as regras para determinar qual o tipo de bixelamento das margens cavosuperficiais que influenciam a infiltração, modificações foram incluídas em cada face vestibular e lingual do preparo do dente.

Os preparos foram condicionados lavados e secados e preenchidos com material restaurador.

Foram colocados em corante e submetidos a variações de temperatura.

Após isto seccionados longitudinalmente e avaliados.

Concluiu-se que mais uma substancial infiltração ocorre ao redor das restaurações não condicionadas.

2) Nenhum procedimento eliminou toda a infiltração.

3) O ataque ácido no esmalte diminuiu a penetração do corante.

4) O uso de um selante intermediário não melhorou o selamento marginal comparado quando somente foi usado o ataque ácido.

5) A margem gengival tem menor resistência a penetração do corante do que a oclusal.

6) O bixelamento da margem cavosuperficial produziu um significante decréscimo na infiltração quando empregado com o ataque ácido no grupo II.

Retiet 1981 - Neste estudo "in vitro" foram avaliados os efeitos de uma resina de ligação de baixa viscosidade a quanto à resistência adaptação e microinfiltração de u-

ma resina composta quando o esmalte é condicionado.

Foram usados incisivos e caninos humanos não cariados.

Foram lavados após a extração e guardados em etano a 70% a temperatura ambiente.

Como material restaurador foi usado o Adaptic (2 pastas de resina quimicamente ativada de base BIS. GMA e uma resina de união - Adaptic Bonding Agent).

O resultado deste estudo "in vitro" indicou que o uso de um agente de ligação de baixa viscosidade não melhorou a resistência a penetração e a microinfiltração.

BRAWER et alii (1981) - MARGINAL ADAPTATION BIS GMA - O Objetivo deste estudo foi determinar o efeito na infiltração marginal do composito com base BIS GMA contendo vários tipos de diluentes monômeros em muitas concentrações.

Os resultados destes testes indicaram que o diluente tem efeito significativo na adaptação marginal. Enquanto uma baixa concentração de diluente resulta em menor.

RETEEF - 1982 A finalidade deste estudo foi analisar a microinfiltração que ocorre nos diferentes materiais restauradores selecionados.

Foram usados 5 marcas de resina composta para restaurações de classe V, preparadas em dentes humanos caninos, extraídos.

Em adição foi usado uma resina de baixa viscosidade junto com a restauração de resina.

Foram avaliadas microinfiltrações em ambas as margens cervical e incisal das restaurações.

Foram usados radiosótopos após os dentes restaurados terem sido submetidos a 250 ciclos de temperatura de 5°C a 55°C respectivamente.

Donde se conclui:

1) A microinfiltração é mais severa na margem cervical das restaurações do que na margem incisal.

2) A microinfiltração na margem incisal quando usados vários tipos de resina não é significativamente diferente.

3) A microinfiltração na margem cervical de preparos restaurados com vários tipos de resina não é significativamente diferente.

4) A aplicação de um agente de união de baixa viscosidade em paredes de esmalte, após o condicionamento ácido e antes da colocação da resina composta não apresentou benefícios na microinfiltração da margem incisal, quanto da margem cervical.

3. DESENVOLVIMENTO

Um importante progresso na dentística restauradora seria o aperfeiçoamento de métodos e materiais restauradores que previníssem ou impedissem a infiltração ao redor das restaurações.

Going e Colob, afirmaram que as margens das restaurações não são bordas fixas, como os clínicos gostariam que fossem, mas microfissuras dinâmicas que permitem um grande tráfego de ions, moléculas e microorganicos. (9)..

Uma das maiores falhas do acrílico e outros materiais é sua falta de adesão a estrutura do dente. Um material restaurador capaz de formar um forte ligamento nas estruturas dentais apresentaria muitas vantagens como o não emprego de formas de retenção e resistência quanto ao material no preparo cavitário. (1)

O fato de materiais restauradores não aderirem verdadeiramente as estruturas do dente tem causado problemas quanto a infiltração marginal e a retenção mecânica.

Com a infiltração haveria a invasão de uma variedade de moléculas, ions, enzimas, ácidos e bactérias, que resultaria em sensibilidade pós-operatório inflamação de polpa, descoloração de dente e contribuiria para falhas da restauração. (2) (7)

Com o desenvolvimento das resinas compostas o problema da infiltração marginal tem sido diminuído.

Entretanto o resultado de muitos estudos indi-

cam que o problema não esta completamente resolvido. Evitar a formação de espaços entre a restauração e o dente e assim produzir um selamento permanente, uma ligação permanente entre o substrato dental e o compósito é necessário. (3)

O maior fator contribuinte para a quebra do selamento marginal é a contração da resina. (3).

As resinas compostas, que surgiram com os trabalhos de Bowen ganharam logo a preferência dos profissionais, pois apresentavam propriedades superiores ou melhoradas em relação as similares.

Elas são constituídas fundamentalmente de duas fases: uma orgânica e outra inorgânica.

A fase orgânica é constituída pela matriz de resina, que pode ser resina comum ou o produto da reação de uma resina epóxi com ácido metacrílico.

A fase inorgânica, também denominada de reforço constitui-se de sílica em forma de pequenas hastes ou pérolas, óxido de alumínio, quartzo, hidroxí-apatita e pós cerâmicos finamente pulverizados.

Segundo Stanford, o percentual da fase inorgânica varia de 60% a 70%.

O seu coeficiente de expansão térmica é menor, ocasionando uma contração volumétrica de polimerização 50% menor que as resinas acrílicas (Brien). Esta redução é motivada pela adição da parte inorgânica à resina.

Este procedimento melhorou também a resistência a abrasão superficial, de acordo com Stanford.

Philips e Favhurst, acreditam que a alteração dimensional durante a polimerização das resinas compostas é menor e portanto a adaptação marginal, bem melhor que das resinas convencionais, pois apresentam apenas 25% de resina Appud Mezzonetto 1979.

Para Dikson as mudanças dimensionais que ocorrem nos materiais restauradores caracterizam-se por:

- . Contração de polimerização da resina.
- . Expansão da resina quando a água é absorvida pelo material após o endurecimento.
- . Expansão ou contração térmica que quando o material é aquecido ou resfriado.
- . As deformações elásticas e permanentes produzidas por aplicações externas de pressões.

Tanto as mudanças dimensionais quanto a durabilidade dependem dos componentes dos compostos. Também, é provável que pressões produzidas por mudanças dimensionais, possam indicar significativo papel na durabilidade dos compostos.

A mudança dimensional de interesse é a que ocorre no endurecimento, quando aparecem contrações volumétricas e lineares.

Asmussen e Jorgesen, Appud Dikson, relataram fendas nas margens das restaurações e alguns autores tem mostrado que forças elásticas desenvolvidas durante o endurecimento pode produzir fraturas do esmalte, especialmente na superfície da restauração e ainda quando os dentes são desgastados, logo após

o endurecimento do compósito. Após o composto estar rígido ele absorve água e expande. A expansão é grande o suficiente para anular a contração observada na cavidade (Asmussen e Jorgensen) ou igual para expandir a restauração que então seria maior que a cavidade.

Como o coeficiente de expansão linear térmico dos compostos é maior que da estrutura dos dentes a resina composta sofre mudanças dimensionais maiores. Assim, quando resfriada, a restauração tende a contrair mais que as dimensões da cavidade.

A variável térmica, ocasionando alterações dimensionais no compósito, diferente das do dente, provocará aquilo que se denomina percolação dos fluidos bucais, na interfase dente restauração.

Aparentemente quanto mais alto o coeficiente de expansão térmica dos materiais de resina composta maior será o potencial de infiltração marginal (13) (19).

Francisco Monteiro da Silva em seu estudo sobre infiltração marginal em 3 tipos de resinas e absorção de água e ciclagem térmica conclui:

- a) Menor infiltração com resina de microcarga.
- b) Ciclagem térmica tende a aumentar a infiltração.
- c) Expansão higroscópica reduz a infiltração mesmo quando submetidas a ciclagem térmica.
- d) Imersão em água por período de 7 dias não impedem a infiltração em nenhum dos materiais testados.

Para Hugo a microinfiltração na câmara pulpar é afetada pela presença de dentina esclerosada sob o assoalho do preparo cavitário.

A microinfiltração observada nas margens cervicais das restaurações é mais severa que nas incisais. A margem cervical parece ser o elo fraco das situações clínicas. (30).

Gwinnetts estudou a ultraestrutura do esmalte e revelou que o esmalte cervical tem um padrão de prismas irregulares e que a camada superficial pode carecer de prismas com características normais.

Esta variável pode explicar o aumento da infiltração nas margens gengivais. (7).

A contração e a adaptação marginal das restaurações compostas, também é influenciada pela estrutura química e concentração do diluente na formação da resina.

O diluente pode produzir a resina polimerizada com um modelo que pode reduzir trocas dimensionais nas margens, causadas pela polimerização e resultadas das flutuações de temperatura durante o ciclo térmico.

29 Brawer:

- Adição de dimetacrilato diluente contendo (CH_2) haverá melhor adaptação do que os grupos contendo (CH_2CH_2O) . A melhor adaptação marginal por um simples diluente é obtido usando 1.4 e 1.10 de diluente polimetileno dimetacrilato.

- A adaptação marginal é melhorada abaixando a concentração do diluente. Ótima adaptação será obtida para a forma contendo um mínimo de porcentagem de diluente com aceitáveis propriedades clínicas de trabalho.

Asmussen tem sugerido a adição de um diluente hidrófilo para reduzir frestas associadas a polimerização dos compositos. O efeito do diluente hidrófilo serve para determinar se a expansão hidrosfópica, pela ampla absorção de água da resina, melhora o selamento marginal e portanto reduz a infiltração.

A melhor adaptação pode ocorrer somente nos casos de pequenas concentrações de diluentes onde a expansão hidrosfópica compensa a contração de polimerização.

Como todos os materiais absorvem água em maior ou menor grau, há um prejuízo nas propriedades do material devido a esse fato.

As possíveis razões para isso são:

1) A pasta líquida é muito difícil de combinar. A consequente homogenização (Braden 1974) pode causar uma decomposição do material quando imerso em água.

2) O método da mistura pode incorporar mais ar do que quando o sistema é mais pasta/pasta.

3) O Wethame diacrilate é mais hidrófilo que o brofenos A (26).

Na tentativa de se obter um efetivo selamento entre material restaurador e estrutura dental, muitas possibilidades foram exploradas, como:

19) Novos materiais de resina com propriedades mais adesivas.

29) Modificações de materiais já existentes para torná-los mais adesivos.

39) O uso de uma camada de selante entre o dente e o material restaurador.

49) A alteração da superfície do dente por tratamento químico que produziria uma nova superfície para que os materiais já existentes pudessem aderir. (1).

Buonocose (1955) - utilizando o ácido fosfórico alterou a superfície do esmalte e aumentou com isso a adesão dos materiais restauradores do dente.

Este aumento da adesão pode ser devido:

a) Um aumento na área superficial devido a ação do ataque ácido.

b) A exposição da estrutura orgânica do esmalte que serve como rede dentro e em volta, que o acrílico pode aderir.

c) A formação das novas superfícies se deve a precipitação de uma nova substância, o oxalato de cálcio, tyusstato por onde o acrílico adere.

d) A remoção do velho completamente inerte esmalte superficial expondo uma nova superfície reativa, mais favorável a adesão.

e) A presença de uma superfície do esmalte com fixação de altos grupos de fosfato polar, derivados do ácido usado.

O fato de se usar ácidos se deve a forte idéia de que a adesão é devida ao grande aumento da área superficial e que o efeito é puramente um fenômeno físico e ainda que os ácidos podem aumentar a solubilidade da superfície produzindo um íntimo contato a resina e o esmalte e ainda que o ácido fosfórico pode aumentar a área superficial e a solubilidade pela absorção e aumento de grupos de fosfato polares na superfície do esmalte e como resultado um forte selamento. Esta seria uma união química muito mais interessante que somente uma união mecânica, Marentis (1977) - estudando as superfícies do dente e das restaurações depois de previamente condicionadas, restauradas e então separadas, observou que as áreas de dentina e resina mostram um número de prolongamentos de resina do comprimento ao redor de 20 micrometros d 2 a 5 diâmetro.

A superfície das restaurações mostram uma clara impressão da dentina com fraturas e irregularidades e o exame da dentina mostrou a maioria dos tubulos dentinários completa ou parcialmente fechados pelos "prolongamentos da resina".

Os prolongamentos nos tubulos dentinários oferecem a expectativa de se produzir uma retenção mecânica bem como uma completa adaptação da resina nas paredes dentinárias.

Em relação ao material restaurador eles oferecem um "prolongamento" similar quer a resina tenha baixa ou alta viscosidade.

Apesar de todas as melhorias apresentadas com o ataque ácido e das qualidades superiores dos materiais restauradores a infiltração marginal, é lógico em menor grau, conti-

nua a preocupar os estudiosos.

Com isso muitos trabalhos surgiram com a finalidade de se evitar e de medir a infiltração marginal.

Buonocose et alii (1973) - Sugere dois métodos para selar as margens cavitárias contra a infiltração marginal:

O 1º método inclui um acabamento convencional do material restaurador ao nível da margem e posteriormente cobrindo a restauração e esmalte gengival com o selante.

O 2º método seria de aplicação do selante nas paredes cavitárias imediatamente após o preparo, o material restaurador é inserido e terminado em excesso sobre as margens.

Segundo os autores no 1º método não houve infiltração e no 2º houve infiltração do corante. Para eles esta discrepância pode ser devido ao método empregado e ainda que os impactos mecânicos durante o preparo cavitário tenha produzido fendas finíssimas no esmalte, nos quais o adesivo não penetrou devido ao fato das suas moléculas a serem maiores que as moléculas do corante.

Rola (1974) analisando a infiltração marginal utilizando radiosotopos em restaurações de classe V e sistema Nuva, cujas paredes de esmalte em uma faixa de um mm ao redor das cavidades foram condicionadas por ataque ácido e após a aplicação de selante e material restaurador; observou que o iodo radiativo não penetrava nas margens das restaurações, entretanto quando estas foram submetidas a esforços oblíquos 71,4% dos casos demonstrados infiltração total do craçado. Ele ainda enfatiza que fatores influenciam a união dos selantes ao esmalte, a

disposição dos prismas, a limpeza da superfície e seu ataque ácido e as porosidades resultantes desse ataque. Após o condicionamento também são importantes uma superfície irritada prodigamente e seca imediatamente após o tratamento químico é muito importante.

Quanto a infiltração após a aplicação de esforços, inerentes as restaurações de classe V poderia se supor que a aplicação dessas forças romperia as uniões entre selante e esmalte.

Também foi observado que o selante com maior viscosidade tem sua capacidade de penetrar nos microporos criados pelo ácido diminuindo a infiltração dos radiosótipos.

Russo (1976) - Comparando os resultados de Røilo e Wardoe Colabs (1972) em estudos clínicos de reconstrução de coroas fraturadas de dentes anteriores, executados "in vivo" com o selante Nuva Seal sendo aplicado sobre uma faixa de 3 a 4mm de esmalte condicionado por ácido, e reconstrução com Adaptic, ou nova aplicação de selante sobre a restauração, demonstraram que após 16 meses as restaurações encontravam-se em perfeitas condições com ausência de descoloração ou manchas marginais, levantou as hipóteses: ou a faixa de esmalte descalcificado nos dentes trabalhados por Røila foi muito pequena ou os esforços aplicados por ele sobre os dentes foram de magnitude muito elevada ou houve somatória dos dois fatores.

Russo acusou uma infiltração que situou-se em média a profundidade de 1,2mm do limite externo da restauração nos espécimes submetidos ao ataque ácido e portanto entre a su-

perfície externa do esmalte e superfície interna do material restaurador. E concluiu que o tratamento do esmalte dental com solução ácida e utilização de resina fluída previamente a reconstrução de dentes fraturados, melhora sensivelmente a qualidade seladoras das resinas compostas testadas.

Eliasson (1977) - estudando a infiltração marginal em restaurações de classe V de resina composta com variações no acabamento das bordas cavosuperficiais, observou que essas variações não alteram o padrão de infiltração marginal, uma vez que todos os espécimes condicionados apresentam pequena ou nenhuma infiltração. Outros fatores tais como espessura do esmalte remanescente, pode ser mais importante na escolha de uma configuração da borda cavosuperficial.

Também com os espécimes superpreenchidos não foi encontrado nenhuma infiltração e isso pode ser resultante de uma superfície maior de esmalte recoberto.

Observou-se maior infiltração marginal nas paredes gengivais, talvez devido a espessura do esmalte selecionado pelo PC.

Forsten indica a vantagem de uma resina intermediária com ataque ácido, mesmo quando o composto é diluído.

Eiksen (1978) - Sugere: restauração sobre o esmalte com ataque ácido e selante, perifericamente as margens cavitárias, previnem totalmente a infiltração marginal.

Lücher (1978) - notou que o selamento não oferece nenhuma vantagem no que diz respeito a força restaurativa de uma restauração de resina composta. Contudo quanto a vedação

e adaptação marginal, os resultados indicam que o ataque ácido juntamente com uma geometria de cavidade, reduziria a tensão de contração sendo portanto necessidades absolutas.

Crin et alii (1980) - concluíram:

a) Uma substancial infiltração ocorre ao redor das restaurações compostas não condicionadas.

b) Nenhum procedimento eliminou toda infiltração.

c) Ataque ácido fez decrescer a penetração do corante.

d) O uso de um selante não melhorou o selamento marginal quando comparado com aquele em que somente foi usado o ataque ácido.

e) A margem gengival tem menor resistência a penetração do corante do que a oclusal.

f) O bixelamento da margem cavosuperficial diminui sensivelmente a infiltração marginal quando empregado com o ataque ácido no grupo II.

Greeve e Jones (1980) - conseguiram:

Máximo selamento nas restaurações compostas quando as margens das cavidades são bixeladas e condicionadas. Nas paredes cavitárias condicionadas e não bixeladas diminuem a infiltração mas não as eliminam.

Hormati (1980) e Hembree (1985) - indicam quando de restaurações compostas, a técnica do ataque ácido.

Ritief (1982) - estudando as resinas de ligação de baixa viscosidade, usadas após o condicionamento e antes

da restauração, concluiu que o selante não melhora a resistência à tração de uma resina composta com esmalte condicionado. Não aumenta a penetração da resina no esmalte condicionado e não diminuiu a infiltração marginal junto a interface resina composta do esmalte condicionado, concluindo que:

1) Microinfiltração nas margens cervicais das restaurações de classe V é mais severa que na incisal.

2) Microinfiltração nas margens incisais quando se usa diferentes tipos de resina não é significante diferente.

3) Microinfiltração nas margens cervicais de preparos restaurados com vários tipos de resina é significante diferente.

4) Aplicação de um agente de união de baixa viscosidade em paredes de esmalte com ataque ácido antes da colocação da resina composta (Durafill) não mostrou significante benefício nas microinfiltrações cervical e incisal, afirmação não como borda por Hansen et alii (1983) que em seu estudo demonstra que o uso de uma resina de baixa viscosidade antes do material restaurador ser inserido, em cavidades bizeladas, condicionadas reduz a Descoloração Marginal (MD) e as fendas marginais (MC).

Cita Ovist-Ovist, que acharam uma redução na quantidade de bactérias nos tubulos dentinários quando foi usado ataque ácido e aplicação de uma resina intermediária.

Braintion (1974) observou que os agentes desmicolizadores produzem uma limpeza nos canaliculos dentinários quando usados.

4. CONCLUSÃO

1) As resinas compostas por possuir o coeficiente de expansão térmica diferente do coeficiente do dente, favorecem a infiltração marginal.

2) O condicionamento ácido do esmalte aumenta a área na interface dente restauração, aumentando fortemente o embricamento mecânico.

3) A união dente restauração, efetuadas com em prego de resina fluída (selante) quanto ao seu emprego apresenta polêmica, visto que autores afirmam ser afetivo esta união e outros que a mesma não é favorecida.

4) O condicionamento ácido do esmalte quando este é bizelado, favorece a diminuição da infiltração marginal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUONOCORE, M.G., 1955. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Res. 34: (6) December.

BUONOCORE, M.G., 1973. et alii. Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage: An in vitro study. J. Dent. CHILD. 40: 119, 1973.

BRAUER, M.G. et alii, 1981. Marginal adaptation of Bis - GMA - based composites containing various diluents. J. Dent. Res., 60 (12): 1966-1971, December.

BRANNSTRÖM, M. et alii, 1974. Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dent surfaces:
A. scanning electron microscopic investigation.
I. Prostet. Dent., 31(4): 422-430, April.

CHANDLER, H.H., 1979. Comments on Dr. Rupp's presentation. J. Dent. Res., 58(5): 1588-1559, May.

CRAIG, R.G., 1979. Selected properties of dental composites. J. Dent. Res., 58(5): 1544-1550, May.

CRIM, A.G., 1980. Microleakage and the class V composite cavosurface. J. Dent. Child. 333-336, September - October.

DICKSON GEORGE, 1979. Physical and chemical propeties and wear. J. Dent. Res. 58(5): 1535-1543, May.

DA SILVA FQ, F.P.M. et alii, 1981. Contribuição ao estudo das infiltrações marginais nas restaurações com resinas. Efeito do tipo de resina, do tempo de imersão em água e da ciclagem térmica. Rev. Ass. Paul. Cirúrgic. Dent., 35(4): 326-337.

ELIASSON, S.T., 1977. et alii. Cavosurface design and marginal leakage of composite resin restoration. Operat Dent., 2:55-58.

FUSAYAMA, T., 1979. et alii. Non - Pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J. Dent. Res., 58(4): 1364-1370, April.

FORSTEN, L., 1978. Marginal leakage and consistency of the composite resin material in etched cavities. Acta Ledont. Scand. 36, 11-13.

GLYN JONES, J.C., 1978 et alii. An in vitro comparison of marginal leakage associated with three resin based filling materials. Brit Dent. J. 145: 299-302, November.

GRIEVE, A.R. et alii, 1980. An in vitro of marginal leakage associated wit composite restorations using an acidefied agar technique. J. Oral. Rehab., (7): 215-223.

HARALD, M.R. and Pers, G., 1978. In vitro comparison of marginal leakage around composite resin restorations. J. Oral. Rehab., 5: 15-20.

HENRY, L.L. et alii., 1977. Properties of new carvable composite dental filling material. Australian Dent. J., 22(4): 232-235.

HENRY, A.W. et alii., 1978. Surface characteristic of resin coated composited restorations. JADA., 97: 463-467, September.

HANSEN^{1, 2} E.K. et alii., 1984. Clinical short term. study of marginal integrity of resin restorations. Scand I Dent. Res., 92: 374-379.

HEMBREE, Jr. J.H., 1983. Marginal Leakage of microfilled composite - resin restorations. J. Prostet Dent., 50(5): 632-635, November,

HORMATI, A.A. et alii. 1980. Marginal leakage of compacted gold, composite resin, and high - copper amalgam restorations, J. Prostet Dent. 44(4) 418-422, October.

JORGENSEN, K.D. et alii, 1984. Class 2 composite restorations: Prevention in vitro of contraction Gaps. J. Dent. Res., 63(2): 141-145, February.

LÜSCHER, B. et alii, 1978. Microleakage and marginal adaptation of composite resin restorations. J. Prostet. Dent., 39(4): 409-413, April.

JEDRYCHOWSKI, J.R. et alii, 1979. Effects of adhesion promoters on resin enamel retention. J. Dent. Res., 58(4): 1371-1376.

MARENTIS, C. et alii, 1977. The adaptation of composite resin restorations to etched dentine. J. Dent., 5(3): 200-206.

MAZZONETTO, S.F., et alii, 1979. Estudo comparativo da infiltração marginal em dentes restaurados com resinas compostas - estudo "in vitro". RGD., 27(2) - 79-82. Abr./Jun.

PEARSON, J.G., 1979. Long term. water sorption and solubility of composite filling materials. J. Dent., 7(1): 64-68.

RÔLA, A.J.M. et alii, 1975. Infiltração marginal de 131INA em restaurações de resinas compostas, feitas em cavidades de classe IV - com ataque ácido e submetidas a esforços oblíquos. Estomat. & Cult., 9(1) - 117-124, Jan/Jun.

- RUPP, N.W., 1979. Clinical placement and performance of composite resin restorations, J. Dent. Res., 58(5): 1551-1557, May.
- RUSSO, M. et alii, 1976. Infiltração marginal de radiosôtopo em coroas dentais fraturadas e reconstruídas com resina composta. Rev. Fac. Odont. Araçatuba., 5: 117-122, Maio.
- RETIEF, H.D., et alii, 1981. Is a low viscosity bonding resin necessary?. J. Oral. Rehab., 8: 225-266.
- RETIEF, D.H. et alii, 1982. Microleakage of selected composite restorative resins. J. Dent., 10(4): 292-299.