DEPARTAMENTO DE BIOMATERIAIS E BIOLOGIA ORAL
Disciplina ODB0400 – Biomateriais para uso direto
Roteiro de estudos
Professora: Josete Meira

Princípios de biomecânica

PARTE 1

1 Introdução

- Conceito de biomecânica: ciência que estuda as forças que atuam sobre estruturas biológicas (também órteses e próteses) e os efeitos produzidos por essas forças com finalidades variadas: reabilitação, esporte, robótica, etc.
- Alcance da biomecânica na Odontologia: implante, prótese, ortodontia, oclusão, etc.
- O sistema estomatognático: unidade anatomo-funcional do organismo, composta por estruturas da face, cabeça e pescoço que trabalham em conjunto na realização de várias funções.
    - Funções: mastigação, deglutição, fonação, respiração, comunicação de sentimentos através da mímica, etc.
    - Componentes: lábios, dentes, maxila, mandíbula, língua, bochechas, suprimento nervoso e vascular, músculos
    - Unidades: componentes musculares, ATM, oclusão e periodonto

2 Mandíbula: uma alavanca biológica

- Sistema de alavanca
    - Componentes: fulcro, potência, resistência
    - Vantagem mecânica $= \frac{\text{braço de força}}{\text{braço de resistência}}$, onde braço de força = distância entre ponto de aplicação da força e o fulcro e braço de resistência = distância entre ponto de resistência e o fulcro.
- Mandíbula como alavanca
    - Fulcro: côndilo
    - Potência: força dos músculos elevadores da mandíbula
    - Resistência: faces oclusais dos dentes ou alimento interposto
        - Quanto mais para posterior, maior a vantagem mecânica no sistema de alavancas que a mandíbula forma (o braço de resistência fica cada vez mais curto, enquanto o braço de potência permanece o mesmo).
        - A solicitação mecânica de um material restaurador em um dente posterior é (geralmente) maior do que em um dente anterior, por isso, muitas vezes um material apresenta bom desempenho em dentes anteriores e desempenho ruim em dentes posteriores (este aspecto é especialmente crítico em restaurações indiretas).

Para baixar o pdf com os slides da parte 1, clique aqui.

PARTE 2

3 Forças que atuam na cavidade oral

3.1 Oclusão e forças oclusais

OCLUSÃO é um substantivo feminino da língua portuguesa e significa fechamento, obliteração. Na odontologia, em um conceito resumido e simplificado, a oclusão se refere à relação dos dentes superiores com os inferiores após o fechamento da mandíbula.

Chamamos de forças oclusais aquelas geradas pelo contato entre dentes superiores e inferiores, resultantes tanto do fechamento, quanto da sua protrusão e lateralidade da mandíbula. Na protrusão, os dentes que guiam o movimento mandibular são os incisivos. Os demais dentes ficam livres de contatos oclusais. É o que chamamos de guia incisivo. Na lateralidade, quando deslocamos a mandíbula para a esquerda, os dentes que devem guiar o movimento mandibular são os caninos esquerdos. Os demais dentes devem ficar livres de contatos oclusais. É o que chamamos de guia canino. Nesse deslocamento da mandíbula para o lado esquerdo, o lado esquerdo é chamado lado de trabalho e o direito, lado de balanceio.

Em uma oclusão equilibrada todos os dentes entram em contato quando estão em máxima intercuspidação. As forças que incidem sobre os dentes são transmitidas aos ossos por meio do ligamento periodontal.

Como todo material, os tecidos dentários apresentam limites de resistência às tensões às quais são submetidos. Em certos casos, dependendo da sua intensidade, direção e frequência, as cargas oclusais podem comprometer a integridade destes tecidos, por ultrapassar algum desses limites. A intensidade da força torna-se especialmente crítica quando, ao invés de ser distribuída em todos os dentes, concentra-se em um ou poucos dentes, podendo gerar lesões dentárias não cariosas.

Nos tratamentos restauradores, para manter ou reestabelecer um equilíbrio oclusal, o cirurgião dentista tem que realizar um ajuste oclusal da restauração, que consiste em desgastar a restauração até que ela toque o dente antagonista junto com os demais dentes.

A princípio, em uma oclusão equilibrada, as forças oclusais que incidem sobre os dentes posteriores geram resultante predominantemente axial, ou seja, paralela ao longo eixo dos dentes, e que tende a intruir o dente no alvéolo. Já nos dentes anteriores, os vetores resultantes são predominantemente não axiais, que tenderia a inclinar o dente para a vestibular. Entretanto, isso normalmente não acontece, porque, além das forças oclusais existem outras forças que atuam sobre os dentes para mantê-los estáveis.

3.2 Forças não oclusais

As atividades de mastigação, deglutição e respiração promovem forças capazes de alterar o posicionamento dos dentes. A maior parte destas forças provém da contração dos músculos da mastigação. A frequência da contração muscular é importante para determinar o seu efeito, contrações musculares constantes geram efeitos mais importantes do que as contrações transitórias. Os músculos da língua, lábio e mento também impõem forças contra dente e ossos durante a postura, deglutição, fala, mastigação e respiração. O aspecto postural da língua, por ser uma característica constante, é considerado fator importante para o equilíbrio da oclusão.

Existem outros exemplos de forças não oclusais que podem ser determinantes para o equilíbrio ou desequilíbrio da oclusão. Vou citar três deles: contatos proximais, forças ortodônticas e ortopédicas e forças geradas por instrumentos de sopro.

Os contatos proximais são os contatos que se estabelecem entre dentes adjacentes. O contato proximal é importante não apenas para estabilidade dos dentes, como também para evitar que alimentos fibrosos fiquem retidos entre os dentes, especialmente na região posterior.

Em casos nos quais o dentista realiza uma restauração classe II e não se preocupa em tomar os cuidados necessários para reestabelecer o contato proximal, há uma tendência dos alimentos fibrosos ficarem retido entre os dentes.

Esta retenção de alimentos, além de gerar incômodo imediato ao paciente, pode provocar inflamação gengival e aumentar o risco de cárie.

A ortodontia e ortopedia possibilitam reestabelecer o equilíbrio oclusal em casos de maloclusões dentárias. No caso da ortodontia, os aparelhos promovem forças sobre os dentes, para gerar movimentações dentárias que possibilitem um alinhamento e nivelamento dos arcos dentários. No caso da ortopedia funcional dos maxilares, os aparelhos atuam diretamente sobre o crescimento de desenvolvimento das bases óssea da maxila e mandíbula, promovendo remodelamento e redirecionamento de crescimento, de modo a corrigir discrepâncias dessas bases ósseas.

F	OBSERVAÇÕES
Oclusais	○ Surgem pelo contato entre os dentes pela ação dos músculos elevadores da mandíbula. <u>Distribuída x concentrada</u> ○ **Distribuída**: todos os dentes em contato ○ **Concentrada**: poucos dentes em contato. Exemplo: interferências, ausência de vários dentes. ○ Importância do ligamento periodontal. O ligamento periodontal funciona como um coxim, de modo a favorecer um maior número de contatos oclusais. Em dentes anquilosados ou em implante o risco de sobrecarga oclusal é maior. <u>Axiais x Não axiais</u> ○ **Axiais**: cuja resultante é paralela ao longo eixo do e tende a intruir o dente no alvéolo. Em dentes posteriores a carga oclusal é predominantemente axial. ○ **Não axiais (laterias ou oblíquas)**: foge do caso acima. Haverá uma tendência do dente girar. Em dentes anteriores, a carga oclusal é predominantemente lateral.
Não oclusais	○ Surgem pela ação direta de músculos que se relacionam com os dentes (como músculos dos lábios, língua e bochechas) durante os movimentos funcionais do sistema estomatognático (fala, deglutição e mastigação). ○ O contato com os dentes adjacentes (contato proximal) também é um tipo de força não oclusal.

Para baixar o pdf com os slides da parte 2, clique aqui.

PARTE 3

4 Desequilíbrio das forças: suas causas e consequências

4.1 Quadro resumo

Causa	Consequência
▪ <u>Hábitos parafuncionais</u>: Promovem uma sobrecarga nos dentes por aumento da frequência e da intensidade das forças aplicadas. ○ bruxismo (ranger os dentes) ○ briquismo (apertamento). ○ outros hábitos como, por exemplo, interposição da língua, sucção de chupeta ou dedo	▫ desgaste exagerado dos dentes e restaurações(mais associado ao bruxismo) ▫ disfunções da ATM ▫ maior risco de fratura de dentes e restaurações. ▫ Problemas oclusais (mais associados a outros hábitos)
▪ Perda de um elemento dental. Nem sempre a perda de um elemento dental se constitui um problema (ex: dentição mista)	▫ mesialização, distalização ou extrusão dos dentes próximos à perda.
▪ Contato prematuro e interferências oclusais: geram sobrecarga no dente afetado.	▫ inflamação pulpar, podendo levar à necrose. ▫ maior risco de lesões cervicais não cariosas.

	▫ Inflamação no periodonto → mobilidade dental
▪ Sobrecarga na mecânica ortodôntica	▫ Reabsorção radicular induzida ortodonticamente.

4.2 Alguns exemplos da importância da Biomecânica na clínica

Lesão Cervical não cariosa

Quando o paciente não apresenta a proteção da guia canina, ao fazer a lateralidade pode ter uma interferência oclusal nos pré-molares ou molares, que são dentes mais facilmente acometidos com um tipo de lesão denominada de lesão cervical não cariosa.

As lesões cervicais não cariosas ocorrem por perda lenta e irreversível de esmalte e dentina na região cervical do dente, sem relação com processo carioso. Clinicamente é fácil distinguir estes dois tipos de lesão pela dureza do esmalte e da dentina que circundam a lesão. No caso da lesão cariosa, estes tecidos encontram-se amolecidos e, em alguns casos, bastante escurecidos.

Na lesão não cariosa esmalte e dentina apresentam-se duros e com alteração de cor é mais discreta. Além disso, no processo carioso, os limites da lesão são menos definidos.

Atualmente, há um consenso na literatura de que a etiologia destas lesões é multifatorial, envolvendo fenômenos de abrasão (associada à escovação), dissolução (associada à ação de ácidos endógenos e exógenos) e concentração de tensões (associada a carga mecânica, especialmente à oclusão). A concentração de tensões é considerada um fator crucial para explicar lesões que atingem apenas um dente, sem acometer os dentes vizinhos.

O mecanismo inicialmente proposto para explicar o papel da carga oclusal na formação das Lesões cervicais não cariosas era que as altas tensões de tração na cervical provocariam micro-fraturas nesta região, ao ultrapassarem o limite de resistência do esmalte. Esta abordagem ficou conhecida como teoria da abfração e, embora seja bastante difundida entre os clínicos, tem sido bastante criticada no meio científico nos últimos anos.

Alguns estudos mais recentes sugerem que o principal efeito da concentração de tensão seria intensificar a ação erosiva do ácido: submetido a altas tensões de tração, a difusão do ácido na estrutura dentária é facilitada.

Mesmo sabendo que o mecanismo da ação da tensão na formação da lesão cervical não cariosa não está totalmente esclarecido, o dentista precisa saber identificar os casos em que a carga oclusal é um fator predominante e elaborar um plano de tratamento que inclua a remoção das interferências oclusais.

Reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente

De modo geral, o ortodontista utiliza braquetes e fios para gerar um sistema de forças no dente que seja capaz de realizar a movimentação de interesse, mas essa movimentação não ocorrerá de forma imediata, pois o dente está circundado por osso, que impede esse movimento.

Assim, a força ortodôntica aplicada ao dente é transmitida aos tecidos de suporte, provocando alterações significativas no estado de tensão e de deformação do periodonto. Nos locais de compressão ocorre obstrução dos vasos sanguíneos do ligamento periodontal, o que provoca uma maior ativação de osteoclastos, que são células responsáveis por realizar a reabsorção óssea.

Portanto, essa maior ativação de osteoclatos provoca um predomínio do processo de reabsorção no remodelamento ósseo, abrindo espaço para o deslocamento dentário.

Nas áreas de concentração de tensões de tração, o estímulo mecânico favorece outra cascata de eventos biológicos, com predomínio de aposição óssea.

Quando ocorre uma sobrecarga na mecânica ortodôntica, ocorre maior obstrução dos vasos do Ligamento periodontal e, consequentemente, maior ativação das células clásticas, além da necessária para garantir o movimento dentário. A reabsorção radicular ocorre quando as células começam a reabsorver não apenas o osso, mas também a dentina.

Enquanto o osso é um tecido mineralizado que está em constante processo de remodelação óssea, com alternância de reabsorção e aposição, a dentina é um tecido menos dinâmico e uma vez reabsorvido não se recupera.

Uma pequena taxa de reabsorção radicular é comum nos tratamentos ortodônticos e não gera problema, mas uma taxa mais acentuada é preocupante, pois pode comprometer a estabilidade do dente.

Para baixar o pdf com os slides da parte 3, clique aqui.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Glossário

Palavra/termo	Explicação
ATM	Articulação têmporo-mandibular. Como o próprio nome indica, se refere à articulação entre a mandíbula e o osso temporal. No lado temporal, a superfície articular é a fossa mandibular, depressão côncava na porção escamosa do osso temporal. No lado mandibular, a articulação se dá pelo côndilo da mandíbula.
Estase circulatória	O termo mais correto seria "estase vascular" e se refere a uma diminuição do fluxo de sangue nos vasos sanguíneos, que pode ser bem intensa. Nesses casos o sangue fica praticamente parado no vaso, comprometendo a nutrição dos tecidos/orgãos associados
Reabsorção óssea	O osso é um tecido que está em constante remodelamento. Para isso, algumas celulas estão constantemente removendo uma parte do osso (reabsorvendo osso) e outras adicionando osso novo (neoformando osso). Quando há um desequilíbrio desse processo, com mais perda de osso do que nova aposição óssea, dizemos que houve uma reabsorção óssea.
Reabsorção radicular	As celulas células responsáveis pela reabsorção óssea muitas vezes acabam reabsorvendo o cemento e, em seguida, a dentina radicular. Em tratamentos ortodônticos é comum ocorrer algum grau de reabsorção radicular (pequeno). Quando essa reabsorção é maior, existe uma preocupação do dentista e do paciente em relação à estabilidade do dente.