# Previous Lectures

**Lecture 1; Introduction to dental materials**

**Lecture 2; Structure of matter and principles of adhesion**

**Lecture 3; Properties of Dental Materials_Part 1**

**Lecture 4; Properties of Dental Materials_Part 2**

# الخصائص الكهروكيميائية للمواد

# Electrochemical Properties of Materials

لا تتشكل الفلزات المعدنية بشكل طبيعي (باستثناء البعض)، وإنما تتشكل على شكل مركبات معدنية مثل الأكاسيد والسلفات، ولابد من تنقيتها للحصول على معدن نقي.

تحاول معظم المعادن النقية أن تعود إلى حالة المشاركة، وتسمى العملية التي تحدث من خلالها هذه العودة بالتآكل.

أحد المطالب الأساسية للمعدن المستخدم في البيئة الفموية هو ألا يشكل منتجات تآكل مؤذية للجسم.

يكون الفم رطباً ويخضع بشكل مستمر إلى تقلبات الحرارة، إذ يتمتع الطعام والسوائل المبتلعة بمجال واسع من الـ PH.

تجعل هذه العوامل كافة من الفم بيئة مفضلة جداً لحدوث التآكل.

## التعاريف

### الكمود

الكمود هو التلون السطحي على المعدن أوحتى خسارة أوتغير جزء من انصقال السطح أو لمعانه.

***يحدث الكمود عموماً في الحفرة الفموية نتيجة لـ:***

1. تشكل ترسبات صلبة أو رخوة على سطح الترميم، مثل: القلح واللويحة.
2. الجراثيم المنتجة للتصبغات: تسبب لطخات.
3. تشكل طبقات رقيقة من الأكاسيد، الكبريتيد، أو الكلوريدات.
4. عادةً ما يكون الكمود سابقاً للتآكل.

### طلاء المعدن (كساء)

قد تكون طبقة الأوكسيد في بعض الحالات واقية في طبيعتها.

مثال: تكون خلائط الكروم (المستخدمة في القوالب السنية) محمية من التآكل بوساطة تشكل طبقة أكسيد على سطحها، والتي تحمي المعدن من حدوث التآكل.

***يعرف هذا الأمر بالإكساء أو طلاء المعدن.***

من الأمثلة الأخرى: التيتانيوم.

Except for a few, pure metals do not occur naturally. They occur in the form of minerals such as oxides and sulfides and these have to be refined to produce the pure metal.

Most pure metals attempt to reconvert to the combined state. The process by which this takes place is called corrosion.

One of the primary requisites of any metal that is to be used in the mouth is that it must not produce corrosion products that will be harmful to the body.

The mouth is moist and continually subjected to fluctuations in temperature. The foods and liquids ingested have wide range of pH.

All these factors make the mouth an extremely favorable environment for corrosion.

## Definitions

### Tarnish

Tarnish is a surface discoloration on a metal or even a slight loss or alteration of the surface finish or lustre.

**Tarnish generally occurs in the oral cavity due to**

1. Formation of hard and soft deposits on the surface of the restoration, e.g. calculus and plaque.
2. Pigment producing bacteria, produce stains.
3. Formation of thin films of oxides, sulfides or chlorides.

Tarnish is often the forerunner of corrosion.

### Passivation

In certain cases, the oxide film can also be protective in nature.

For example, chromium alloys (used in dental castings) are protected from corrosion by the formation of an oxide layer on its surface which protects the metal against any further corrosion.

**This is known as passivation.**

Another example is titanium.

## التآكل

وهو ليس تلون سطحي وإنما تلف فعلي في المعدن نتيجة التفاعل مع البيئة.

يمكن تعريفه بأنه: تلف في المعادن نتيجة التفاعل الكيميائي مع بيئتها.

توجد غالبية المعادن بحالة أكسيد مستقر في الطبيعة باستثناء بعض المعادن النبيلة مثل الذهب.

يتم تنقية المعدن من هذه الخامات المعدنية الطبيعية لإنتاج المعادن النقية والخلائط.

على كل حال؛ تكون الحالة النقية للمعادن غير مستقرة .

***التآكل***: حالة طبيعية تعيد المعدن الذي تمت تنقيته إلى أشكاله الأكثر استقراراً.

وبحسب الاستخدام الأكثر شيوعاً للكلمة (التآكل)؛ فإن ذلك يعني أكسدة كهروكيميائية للمعدن بتفاعله مع عنصر مؤكسد مثل الأكسجين.

***الصدأ***؛ تشكُّل أكاسيد الحديد، من الأمثلة المعروفة جيداً عن التآكل الكهروكيميائي.

هذا النوع من التخريب يشكل أكاسيداً أو أملاحاً من المعدن الأصلي.

على كلٍّ، يمكن لعناصر أخرى غير الأكسجين أن تسبب تآكلاً لاسيما في البيئة الفموية.

يسبب الماء، الأكسجين، شوارد الكلور، الكبريتيد مثل كبريتيد الهيدروجين أو كبريتيد الألمنيوم تآكلاً يهاجم الحفرة الفموية.

توجد أيضاً حموض متنوعة مثل: الفوسفور والخل واللبن.

من بين الشوارد الخاصة المسؤولة عن التآكل؛ يوجد الأكسجين والكلور المسؤولة عن تآكل الأملغم سواءً على السطح البيني مع السن أو ضمن الأملغم.

الكبريتيد مسؤول عن تآكل خلائط الصب الحاوية على الفضة.

يقلل التآكل من الخصائص المفيدة للمواد والتراكيب ومن ضمنها: القوة والمظهرة، ويمكن أن يسبب في الوقت المناسب فشلاً ميكانيكياً سريعاً للبنية.

## Corrosion

It is not a surface discoloration but actual deterioration of a metal by reaction with the environment.

It can be defined as the deterioration of metals by chemical interaction with their environment.

Most metals exist in their stable oxide state in nature except for some of the noble metals like gold.

Metals are refined from these natural ores to produce the pure metals and alloys.

However, the pure state of metals is unstable.

**Corrosion** is a natural process, which converts refined metal to their more stable forms.

In the most common use of the word, this means electrochemical oxidation of metal in reaction with an oxidant such as oxygen.

**Rusting**, the formation of iron oxides, is a well-known example of electrochemical corrosion.

This type of damage typically produces oxides or salts of the original metal.

However, elements other than oxygen also can cause corrosion particularly in the oral environment.

Water, oxygen, chloride ions, sulfides like hydrogen sulfide or ammonium sulfide contribute to corrosion attack in the oral cavity.

Various acids such as phosphoric, acetic and lactic are also present.

Among the specific ions responsible for corrosion, oxygen and chloride have been implicated in amalgam corrosion both at the tooth interface and within the body of amalgam.

Sulfide has been implicated in the corrosion of silver containing casting alloys.

Corrosion degrades the useful properties of materials and structures including strength and appearance. In due course, it may lead to rapid mechanical failure of the structure.

## Electromotive Force Series (EMF)

The EMF series is a classification of elements in the order of their dissolution tendencies.

if two metals are immersed in an electrolyte and are connected by an electrical conductor, an electric couple is formed.

The metal that gives up its electrons and ionizes is called the anode.

In the EMF series, hydrogen has been used as the standard electrode to which other metals have been compared. Hydrogen has been given the value zero in the EMF series **(Table 1)**.

**Table 1: Electromotive force values.**

| TABLE 4.1 Electromotive force values | | |
|---|---|---|
| *Metal* | *Ion* | *Electrode potential* |
| Gold | Au | + 1.50 |
| Platinum | Pt | + 0.86 |
| Silver | Ag | + 0.88 |
| Copper | Cu | + 0.47 |
| Hydrogen | $H^+$ | 0.00 |
| Cobalt | Co | –0.28 |
| Iron | Fe | –0.44 |
| Zinc | Zn | –0.76 |

The metal with lowest electrode potential corrodes.

The more active metal corrodes (anode) and the more noble metal becomes the cathode.

## Classification of corrosion

Corrosion can be classified as

1. Chemical or dry corrosion
2. Electrochemical or wet corrosion

## Chemical or Dry Corrosion

The metal reacts to form oxides and sulfides in the absence of electrolytes.

Example Formation of Ag2S in dental alloys containing silver.

Oxidation of alloy particles in dental amalgam.

## سلسلة القوى الكهروحركية (EMF)

وهي تصنيف العناصر بحسب بحسب ميلها للانحلال.

إذا تم وضع معدنين ضمن محلول كهرل وتم وصلهما بموصل كهربائي، ستتشكل رابطة كهربائية.

يسمى المعدن الذي يمنح الإلكترون بالقطب الموجب.

تم استخدام الهيدروجين في سلسلة القوى الكهروحركية لمقارنة بقية المعادن معه، وتم إعطاؤه القيمة صفر (الجدول 1).

**الجدول 1: قيم القوى الكهروحركية**

يتآكل المعدن ذوالكمون القطبي الأقل.

كلما تأكلت المعادن الأكثر نشاطاً (القطب الموجب)، أصبحت المعادن الأكثر نبلاً قطباً سالباً.

## تصنيف التآكل

يمكن أن يصنف إلى

1. كيميائي أو جاف
2. كهروكيميائي أو رطب.

## التآكل الكيميائي أو الجاف

يتفاعل المعدن ليشكل أكاسيد أو كبريتيد.

مثال: تشكل كبريتيد الفضة Ag2S في الخلائط السنية الحاوية فضة.

الأكسدة في جزيئات الخليطة في الأملغم السني.

## Electrolytic or Electrochemical or Wet Corrosion

This requires the presence of water or other fluid electrolytes. There is formation of free electrons and the electrolyte provides the pathway for the transport of electrons.

An electrolytic cell is as follows:

$$M0 \rightarrow M+ + e^-$$

**The anode** is the surface where positive ions are formed. This metal surface corrodes since there is loss of electrons.

This reaction is sometimes referred to as **oxidation reaction.**

$$M+ + e^- \rightarrow M0$$

$$2H+ + 2e^- \rightarrow H2$$

$$2H2O + O2 + 4e^- \rightarrow 4(OH)^-$$

At the cathode a reaction must occur that will consume the free electrons produced at the anode.

The reactions 2, 3 and 4 occur at the cathode and are referred to as **reduction reactions**.

Hence, the anode loses electrons and the cathode consumes. The surface of the anode corrodes due to loss of electrons.

## Types of electrolytic corrosion

### Galvanic Corrosion

Saliva with its salts provides a weak electrolyte.

Galvanic corrosion occurs when dissimilar metals lie in direct physical contact with each other **(Fig.1)**.

If a gold restoration comes in contact with an amalgam restoration, the amalgam forms the anode and starts corroding.

The electric couple (500 millivolts) created when the two restorations touch, causes sharp pain called ***'galvanic shock'***.

## -التآكل الكهرلي أو الكهروكهربائي أو الرطب

هذا التآكل يتطلب وجود الماء، أو المحاليل الكهرلية الأخرى، حيث يحدث تشكُّل لثلاثة إلكترونات، ويؤمن المحلول الكهرلي الممرر لنقل الإلكترونات.

تكون الخلية الكهرلية كالآتي:

$$M0 \rightarrow M+ + e^-$$

***القطب الموجب:*** هو السطح الذي توجد عليه الشوارد الموجبة، وهذا السطح يتآكل نتيجة لخسارة الإلكترونات.

ويشار إلى هذا التفاعل أحياناً بـــ ***تفاعل الأكسدة.***

$$M+ + e^- \rightarrow M0$$

$$2H+ + 2e^- \rightarrow H2$$

$$2H2O + O2 + 4e^- \rightarrow 4(OH)^-$$

يجب أن يحدث عند المهبط (القطب السالب) تفاعل يستهلك الإلكترونات الحرة الناتجة عن المصعد (القطب الموجب).

تحدث التفاعلات 2، 3، و 4 عند المهبط وتسمى ***بتفاعلات الإرجاع.***

وبما أن المصعد يخسر إلكترونات ليكتسبها المهبط، فإن السطح عند المصعد يتآكل.

## أنواع التآكل الكهرلي

### التآكل الغلفاني

يؤمن اللعاب وأملاحه خلية كهرلية ضعيفة.

يحدث التآكل الغلفاني عندما تتوضع المعادن غير المتماثلة بتماس فيزيائي مع بعضها البعض (الشكل 1).

إذا حدث تماس بين ترميم الذهب وترميم الأملغم، سيشكل الأملغم القطب الموجب (يخسر إلكترونات) ويتآكل.

تخلق المزدوجة الكهربائية (500 ميلي فولت) عند حدوث تماس بين ترميمين، ألماً حاداً يسمى ***"الصدمة الغلفانية".***

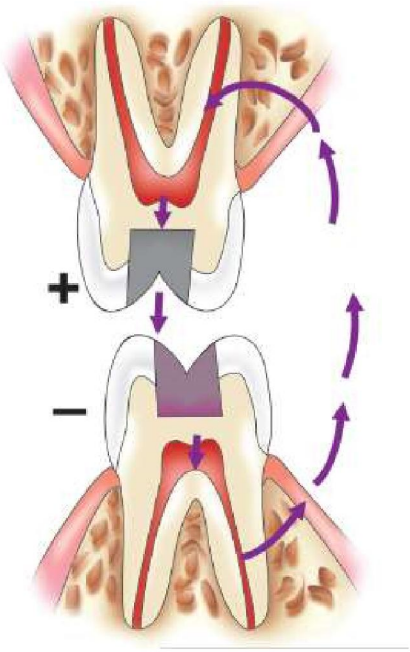


**Figure 1 Potential galvanic current pathway when dissimilar metals contact. The tissue fluid and saliva behave like an electrolyte.**

**الشكل 1: ممر التيار الغلفاني الكامل عند تماس معدنين مختلفين، يسلك السائل النسيجي واللعاب سلوك خلية كهرلية.**

It usually occurs immediately after insertion and can be minimized by painting a varnish on the surface of the amalgam restoration.

However, the best precaution is to avoid dissimilar metals in contact.

Another variation of galvanic corrosion can occur even in a lone standing restoration **(Fig. 2)**.

## Heterogeneous Compositions

This kind of corrosion occurs within the structure of the restoration itself.

Heterogeneous (mixed) compositions can cause galvanic corrosion.

- When an alloy containing eutectic is immersed in an electrolyte the metallic grains with the lower electrode potential are attacked and corrosion results.

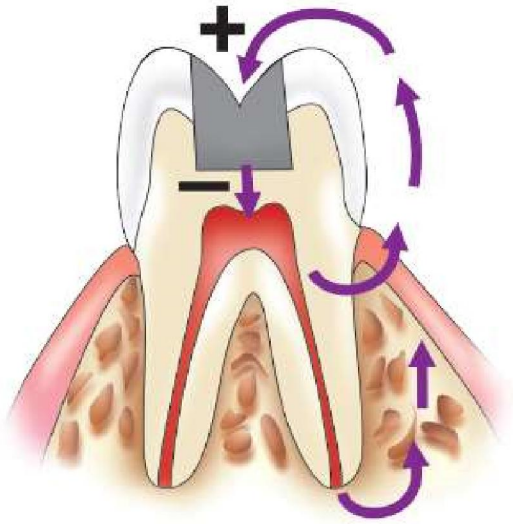


**Figure 4.2 A current pathway may exist even in a single metallic restoration. In this case the tissue fluid behaves like a cathode (because of the higher concentration of Cl– ions in tissue fluid when compared to saliva) whereas saliva behaves like an anode. This current is usually less intense.**

**الشكل 2: يمكن أن يحدث ممر للتيار حتى في الترميمات المعدنية المفردة، ففي هذه الحالة يسلك السائل النسيجي سلوك المهبط (نتيجة التركيز الأعلى لشوارد الكلور فيه مقارنة باللعاب) في حين يسلك اللعاب سلوك المصعد. يكون التيار غالباً أقل شدة.**

تحدث الصدمة الغلفانية مباشرة بعد إدخال الترميم ويمكن التقليل من حدوثها من خلال طلاء الأملغم بالفرنيش .

وعلى كل حال، من الأفضل تجنب وجود معادن مختلفة في الفم.

يمكن أن يحدث تنوع آخر في التآكل الغلفاني حتى ضمن الترميم المفرد (الشكل 2).

## المركبات المتغايرة

يحث هذا النوع من التآكل ضمن بنية الترميم بحد ذاتها.

يمكن أن تسبب المركبات المتغايرة (المختلطة) تآكلاً غلفانياً.

- عند غمر الخليطة الحاوية على عنصر سهل الانصهار في محلول كهرل، ستتم مهاجمة حبيبات المعدن ذات الكمون القطبي الأصغر وسيكون التآكل هو النتيجة.

- توجد اختلافات في التركيب في البنية الداخلية ضمن حبيبات الخليطة، وبالتالي، يمكن أن يشكل جزء من الحبيبات قطباً موجباً وجزءاً آخر قطباً سالباً.
- يحسن التجانس من مقاومة الخليطة للتآكل.
- يمكن أن تعمل حدود الحبيبات في الخلائط أو المعادن كمصعد، ويعمل داخل الحبيبة كمهبط.
- يمكن أن تتآكل وصلات السبائك نتيجة التراكيب غير المتجانسة.
- تعزز الشوائب ضمن أية خليطة من التآكل.

## التآكل الجهدي

يصبح المعدن الذي تم تطبيق جهد عليه من خلال التبريد أكثر تفاعلاً في موقع الجهد الأعظمي.

في حال حدث تماس بين معدن مجهد وآخر غير مجهد ضمن محلول كهرل، سيصبح المعدن المجهد مصعداً للخلية الغلفانية وسيتآكل.

مثال: في حال تم تبريد سلك تقويمي، سيحدث جهد تآكلي يسبب كسر السلك.

## - تآكل خلية التركيز أو تآكل الشقوق (الشكل 3)

### *خلية تركيز الكهارل*

في ترميم معدني مغطى جزئياً ببقايا الطعام، يكون تركيز الكهرل تحت البقايا مختلفاً عن اللعاب الأمر الذي يسبب تآكل الترميم.

- In a cored structure differences in the composition within the alloy grains are found. Thus, a part of a grain can be anode and a part, cathode.

Homogenization improves the corrosion resistance of the alloy.

- In metals or alloys the grain boundaries may act as anodes and the interior of the grain as the cathode.
- Solder joints may also corrode due to the nonhomogeneous composition.
- Impurities in any alloy enhance corrosion.

## Stress Corrosion

A metal which has been stressed by cold working, becomes more reactive at the site of maximum stress.

If stressed and unstressed metals are in contact in an electrolyte, the stressed metal will become the anode of a galvanic cell and will corrode.

For example, if an orthodontic wire has been cold worked, stress corrosion may occur and cause the wire to break.

## Concentration Cell Corrosion or Crevice Corrosion (Fig. 4.3)

### • Electrolyte concentration cell:

In a metallic restoration which is partly covered by food debris, the composition of the electrolyte under the debris will differ from that of saliva and this can contribute to the corrosion of the restoration.

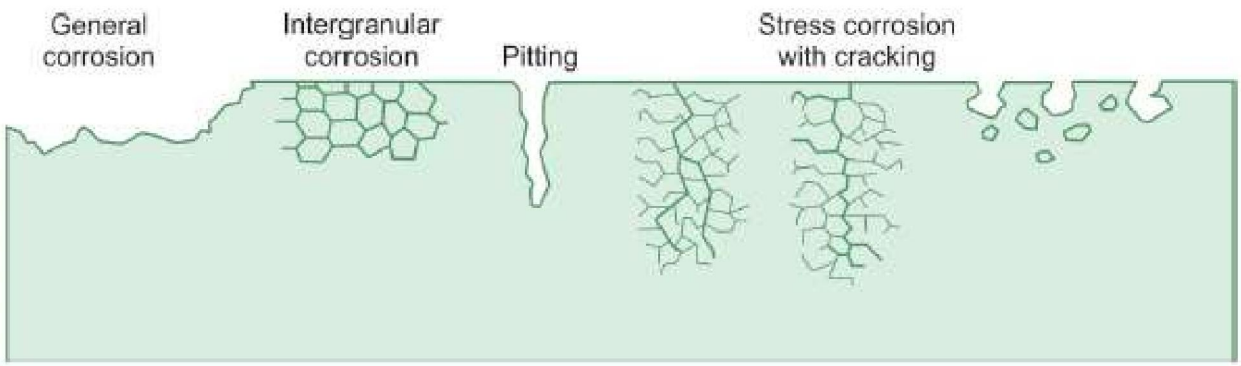



**Figure 3 Different types of corrosion.** **الشكل 3: الأنواع المختلفة للتآكل**

- **Oxygen concentration cell:**

Differences in oxygen tension in between parts of the same restoration causes corrosion of the restoration.

Greater corrosion occurs in the part of the restoration having a lower concentration of oxygen.

## Factors affecting corrosion of restorations in the mouth

Corrosion of dental restorations in the mouth is influenced by

1. Diet
2. Drug
3. Smoking
4. Bacterial activity
5. Oral hygiene and habits

## Protection against corrosion

### Passivation

Certain metals readily form strong adherent oxide film on their surface which protects them from corrosion.

Such metals are said to be passive.

Chromium, titanium, and aluminium are examples of such metals.

Adding more than 12% Cr to iron or cobalt produces a chromic oxide layer on the surface of stainless steel or cobalt chromium alloys which is highly corrosion resistant.

Since this film is passive to oxidative chemical attack, their formation is called passivation.

### Increasing Noble Metal Content

Alloys with a noble metal content below 65% may tarnish.

It has been suggested that at least 50% of the atoms in a dental alloy should be gold, platinum or palladium to ensure against corrosion.

***خلية تركيز الأكسجين***

يسبب الاختلاف في توتر الأكسجين بين جزئين لنفس الترميم تآكلاً.

يحدث تأكل أكبر في جزء الترميم الذي يتمتع بتركيز منخفض للأكسجين.

## العوامل التي تؤثر على تآكل الترميمات ضمن الفم

يتأثر تآكل الترميمات السنية ضمن الفم بـــ:

1. الحمية
2. الدواء
3. التدخين
4. الفعالية الجرثومية.
5. العادات والضحة الفموية.

## الوقاية من التآكل

### طلاء المعدن (التهميد)

تشكل بعض المعادن بسهولة طبقة أكسيد على سطحها تحميها من التآكل.

يقال عن هذه المعادن أنا هامدة (غير فعالة).

من الأمثلة على هذه المعادن: الكروم، التيتانيوم، والألمنيوم.

إن إضافة أكثر من 12% من الكروم إلى الحديد أو الكوبالت سيؤدي إلى تشكل طبقة أكسيد الكروم على سطح الفولاذ المقاوم للصدأ أو خلائط الكروم كوبالت التي تعتبر شديدة المقاومة للتآكل.

وبما أن هذه الطبقة هامدة تجاه الأكسدة الكيميائية، تدعى هذه العملية بالتهميد (طلاء المعدن).

### زيادة محتوى المعادن النبيلة

يمكن أن تتعرض الخلائط الحاوية على أقل من 65% من المعادن النبيلة إلى الكمود.

تم الاقتراح بأن تكون 50% على الأقل من الذرات في الخلائط السنية من الذهب، البلاتين، أو البلاديوم لتعزيز مقاومتها للتآكل.

## الصقل

يقلل صقل الترميمات المعدنية كالأملغم والمعادن المصبوبة إلى درجة لمعان عالٍ من التآكل.

يجب أن يحافظ المريض على صحة فموية جيدة.

## الطرق الأخرى

يجب تجنب الترميمات المعدنية المتغايرة.

تجنب استخدام الأملغم الحاوي على تركيز عالٍ من الزئبق باعتباره أكثر عرضة للتآكل.

يسبب الزئبق كمود للذهب، وبالتالي يجب الانتباه لحماية الحلي التي يرتديها المعالج، المساعدة، والمريض.

## Polishing

Polishing metallic restorations like amalgam and cast metal to a high luster minimizes corrosion.

The patient should also maintain good oral hygiene.

## Other Methods

Dissimilar metal restorations should be avoided.

Avoid using a high mercury containing amalgam as it is more susceptible to corrosion.

Mercury tarnishes gold, thus, care must be taken to protect gold ornaments worn by the operator, assistant or patient.

# الخصائص البيولوجيا للمواد السنية

# Biological Properties of Dental Materials

يجب أن يتضمن علم المواد السنية معرفة وتقدير للاعتبارات البيولوجية التي تترافق مع اختيار واستخدام المواد المصممة من أجل الحفرة الفموية.

لا تكون القوة أو المقاومة للتآكل مهمة في حال كانت المادة تخرش اللب والنسج الرخوة وتؤذيها.

لا يمكن عزل الخصائص البيولوجية للمواد السنية عن خصائصها الفيزيائية.

كان فم المريض في بدايات طب الأسنان ساحة اختبار للمواد السنية.

حالياً يتضمن طب الأسنان الحديث اختباراً موسعاً قبل اعتماد المادة للاستخدام الفموي.

## المواد الحيوية

تصنف العديد من المواد المستخدمة في الفم على أنها مواد حيوية.

يمكن تعريف المادة الحيوية بأنها: أية مادة غير الدواء يمكن استخدامها لأية فترة من الزمن كجزء من نظام يعالج، ويبني، ويستبدل أي نسيج، عضو، أو وظيفة في الجسم.

## -المتطلبات البيولوجية للمواد السنية

يجب أن تكون المادة السنية:

1. غير سامة للجسم
2. غير مخرشة للفم أو النسج الأخرى.
3. لا تسبب تفاعلات تحسسية.
4. غير مسرطنة أو محرضة للطفرات.

## -تصنيف المواد من منظور بيولوجي

A. المواد التي تمس النسج الرخوة ضمن الفم.

B. المواد التي تؤثر على سلامة النسيج اللبي، مثال: المواد الترميمية واسمنتات الإلصاق.

The science of dental materials must include a knowledge and appreciation of the biological considerations that are associated with selection and use of materials designed for the oral cavity.

Strength and resistance to corrosion are unimportant if the material irritates or injures the pulp or soft tissue.

The biological characteristics of dental materials cannot be isolated from their physical properties.

In the early days of dentistry, the patient's mouth was often the testing ground of dental materials.

Modern dentistry, however, involves extensive testing before the material is certified for human use.

## Biomaterials

Many materials used in the mouth are classed as 'biomaterials'.

A biomaterial can be defined as any substance other than a drug that can be used for any period of time as a part of a system that treats, augments, or replaces any tissue, organ or function of the body.

## Biological Requirements of Dental Materials

A dental material should

1. Be nontoxic to the body
2. Be nonirritant to the oral or other tissues
3. Not produce allergic reactions
4. Not be mutagenic or carcinogenic

## Classification of Materials from a Biological Perspective

A. Those which contact the soft tissues within the mouth

B. Those which could affect the health of the dental pulp, e.g. restorative materials and luting cements.

C. Those which could affect the periapical areas of the tooth such as root-canal medicaments, filling materials, etc.

D. Those which affect the hard tissues of the teeth.

E. Those used in the dental clinics and laboratory which when handled may be accidentally ingested or inhaled, e.g. alginate dust, mercury vapors, alloy dust containing beryllium formed while cutting metal.

## Biohazards related to the Dental materials

- Some dental cements are acidic and may cause pulp irritation.
- Polymer based filling materials may contain irritating chemicals such as unreacted monomers, which can irritate the pulp.
- Phosphoric acid is used as an etchant for enamel.
- Mercury is used in dental amalgam, mercury vapor is toxic.
- Dust from alginate impression materials may be inhaled, some products contain lead compounds.
- Monomer in denture base materials is a potential irritant.
- Some people are allergic to alloys containing nickel **(Fig. 1)**. Dental applications of nickel alloys include orthodontic wires, fixed and removable partial dentures, etc.

Allergies are confirmed using the patch test **(Figs. 2 A and B)**.

C. المواد التي تؤثر على النسج حول السنية، مثل: ضمادات القناة الجذرية.

D. المواد التي تؤثر على النسج الصلبة للأسنان.

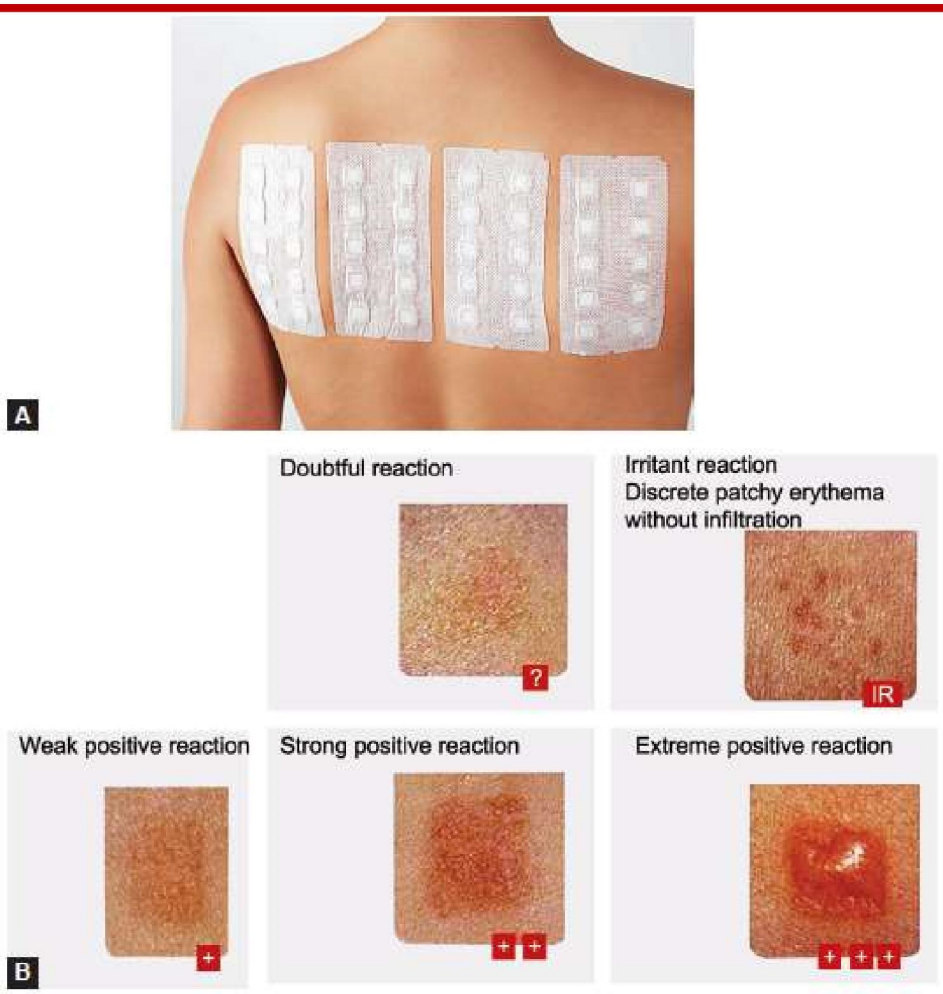
E. المواد المستخدمة في العيادات والمخابر السنية والتي يمكن أن يتم ابتلاعها أو استنشاقها من دون قصد عند التعامل معها، مثال: غبار الألجينات، بخار الزئبق، غبار الخلائط الحاوية على البيريليوم المتشكل خلال قطع المعدن.

## المخاطر البيولوجية المرتبطة بالمواد السنية

- تكون بعض الاسمنتات السنية حامضية ويمكن أن تسبب تخريش للب.
- يمكن أن تحتوي المواد الترميمية ذات الأساس من عديد التماثر (البوليمير) على مواد كيميائية مخرشة مثل وحيدات التماثر غير المتفاعلة، التي يمكن أن تخرش اللب.
- يستخدم حمض الفوسفور كمخرش للميناء.
- يستخدم الزئبق في الأملغم السني، وبخار الزئبق سام.
- يمكن أن يستنشق الغبار من مادة الطبع الألجينية، وتحتوي بعض المواد مركبات رصاصية.
- يمكن أن تكون وحيدات التماثر في المواد المستخدمة كقواعد للأجهزة السنية مخرشة.
- بعض الأشخاص لديهم حساسية للخلائط الحاوية على النيكل (الشكل 1)، حيث يتضمن التطبيقات السنية لخلائط النيكل مايلي: الأسلاك التقويمية، الأجهزة السنية الجزئية المتحركة والثابتة، وغيرها.
- يتم التأكد من الحساسية باستخدام اختبار اللطخة (الشكل 2).

**Figure 1 Nickel allergy from a necklace.**

**الشكل 1: الحساسية للنيكل ناتجة عن قلادة.**




**Figures 2: (A) Patch test. (B) Possible reactions to the patch test.**

**الشكل 2: A، اختبار اللطخة. B، الاستجابة المحتملة لاختبار اللطخة.**

- The frequency of titanium allergy seems to be very rare. Titanium allergies are similar to other metal allergies.

They show symptoms adjacent to the area where it is placed **(Fig. 3)**.

يبدو أن معدل حدوث حساسية تجاه التيتانيوم نادر جداً، وهذه الحساسية مماثلة للحساسية تجاه المعادن الأخرى.

تظهر الحساسيات أعراضاً مجاورة لمنطقة وضع اللطاخة (الشكل 3).

**Figure 3: Titanium allergy. The shin of a woman with dermatitis adjacent to implanted titanium orthopedic device.**

**الشكل 3: الحساسية للتيتانيوم. ساق امرأة مع التهاب جلد مجاور لمنطقة زراعة جهاز تجبير من التيتانيوم.**

- Some patients report worsening of health after placement of titanium implants.
- During grinding of beryllium containing casting alloys, inhalation of beryllium dust can cause berylliosis.
- Some dental porcelain powders contain uranium.
- Metallic compounds (e.g. of lead, tin etc.) are used in elastomeric materials.
- Eugenol in materials like restorations and impressions can cause irritation and burning in some patients.
- Laboratory materials have their hazards, such as cyanide solution for electroplating, vapors from low fusing metal dies, siliceous particles in investment materials, etc.
- Some periodontal dressing materials have contained asbestos fibers.

## Biological considerations of restoration Design

Besides material considerations, the design of the restoration plays an important part in biological response and function.

Faulty design is a major cause of recurrent caries, gingival inflammation, periodontal disease and tooth loss or damage.

Every year countless restorations and teeth are lost due to faulty design **(Fig. 4)**.

- يذكر بعض المرضى سوء في الصحة بعد وضع زرعات تيتانيوم.
- يمكن أن يسبب استنشاق غبار البريليوم خلال سحل خلائط الصب الحاوية على البريليوم تسمماً بالبريليوم.
- تحتوي بعض مساحيق الخزف السني الأمونيوم.
- تستخدم المركبات المعدنية (مثل الرصاص، القصدير، وغيرها) في المواد المطاطية.
- يمكن أن يسبب الأوجينول الموجود في مواد مثل الترميمات والطبعات تخريشاً وحروقاً لدى بعض المرضى.
- المواد المخبرية لها مخاطر، مثل: محلول السيانيد المستخدم للطلاء بالكهرباء، البخار من أصبغة المعادن قليلة الانصهار، الجزيئات السيليكونية في مواد الكساء، وغيرها.
- تحتوي بعض مواد الضمادات اللثوية على مادة الاسبست.

## الاعتبارات البيولوجية في تصميم الترميمات

يلعب تصميم الترميمات، إلى جانب اعتبارات المواد، دوراً هاماً في الاستجابة البيولوجية والوظيفة.

التصميم الخاطىء هو سبب رئيسي للنخور الناكسة، التهاب اللثة، المرض حول السني، وفقد أو تهدم السن.

كل سنة يتم فقد ترميمات وأسنان غير معدودة نتيجة التصميم الخاطىء (الشكل 4).

**Figures 4: (A) Every year hundreds of crowns fail due to various reasons including poor technique and material selection. (B) Microleakage under a crown.**

**الشكل 4: A، كل سنة تفشل مئات التيجان نتيجة الأسباب المتنوعة التي تضمن التقنية السيئة واختيار المادة. B، التسرب تحت التاج.**

## Biological requirements of restoration design

The restoration should be designed such that

1. It should not impede natural cleansing mechanisms of the mouth (crevicular fluid **(Fig. 5.4)** and saliva).

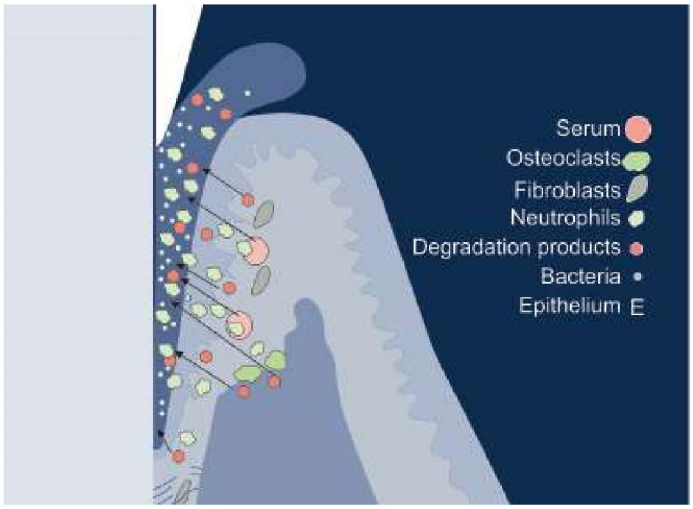



**Figure 5: Biotraps in the gingival sulcus can trap defoliated epithelial cells and degradation products by preventing the natural exit and cleansing activity of the crevicular fluid. Biotraps provide a habitat for bacterial colonization and potential infection.**

2. It does not provide a habitat for bacterial colonization.

3. It should not trap food **(Fig. 5.5B)**.

4. It should not trap defoliating epithelial cells lining the gingival sulcus.

In short, a restoration design should avoid 'biotraps' and allow natural cleansing mechanisms.

## -المتطلبات البيولوجية لتصميم الترميم

يجب أن يصمم الترميم بحيث:

1. لا يجب أن يعيق آليات التنظيف الطبيعي للفم (السائل العنقي (الشكل 5) واللعاب).

**الشكل 5: يمكن أن تحصر مناطق الانحصار الحيوي ضمن الميزاب اللثوي الخلايا الظهارية ومنتجات التحلل من خلال إعاقة المخارج الطبيعية وفعالية تنظيف الميزاب العنقي. يمكن أن تشكل مناطق الانحصار الحيوي بيئة للاستعمار الجرثومي واحتمال الالتهاب.**

2. لا تؤمن بيئة للاستعمار الجرثومي.

3. لا تحصر الطعام (الشكل 5، B).

4. لا يجب أن تحصر الخلايا الظهارية المتساقطة المبطنة للميزاب اللثوي.

5. باختصار؛ يجب أن يمنع تصميم الترميم حدوث "مناطق انحصار حيوي"، ويسمح بآليات التنظيف الطبيعي.

## تصنيف الاستجابات العكسية للمواد السنية

يمكن أن ينتج عدد من الاستجابات البيولوجية عن المواد، ويمكن تصنيفها بشكل واسع إلى:

1. سامة
2. التهابية
3. تحسسية
4. محرضة للطفرات

من حسن الحظ أن غالبية المواد تفحص مبكراً من حيث سميتها وتحريضها للطفرات، وبالتالي فإن غالبية الاستجابات المحتملة للمواد السنية في حال حدوثها، تكون غالباً ضمن صنف التحسس أو الالتهاب.

**يمكن أن تصنف التأثيرات العكسية أيضاً إلى:**

1. موضعية
2. جهازية

ينتج التأثير الموضعي عن تماس مباشر للمادة مع المنطقة المجاورة تماماً لها.

مثال على الاستجابة الموضعية: يمكن مشاهدة استجابة تحسسية للمخاطية الفموية تجاه الجهاز الكامل عند بعض الأشخاص.

الاستجابة الجهازية: تنتج عن امتصاص المادة إلى داخل الجسم عبر الامتصاص الموضعي، الابتلاع، أو الاستنشاق.

## تقييم السمية

***تصنف اختبارات السمية إلى:***

1. اختبارات المستوى الأول I (اختبارات التحري).
2. اختبارات المستوى الثاني II (اختبارات الاستخدام)
3. اختبارات المستوى الثالث III (التجارب البشرية).

## Classification of adverse reactions from dental Materials

A number of biological responses are possible from materials. However, they may be broadly grouped into

1. Toxic
2. Inflammatory
3. Allergic
4. Mutagenic

Fortunately, most materials are screened very early on for toxicity and mutagenicity, therefore, most of the possible responses if any to dental materials usually fall in the inflammatory or allergic category.

**Adverse effects may also be classified as**

1. Local
2. Systemic

A local effect is a result of the direct contact of the material to the regions immediately adjacent to the material.

Example of a local reaction is the allergic response of the oral mucosa to the denture seen in some individuals.

A systemic reaction is caused by the absorption of the material into the body through local absorption, ingestion or inhalation.

## Toxicity Evaluation

**Toxicity tests are classified as**

1. Level I tests (screening tests)
2. Level II tests (usage tests)
3. Level III tests (human trials)

## Level I Tests (Screening Tests)

The material is first checked for acute systemic toxicity and for its cytotoxic, irritational, allergic and carcinogenic potentials.

- **Acute systemic toxicity test**

is conducted by administering the material orally to laboratory animals. If more than 50% of the animals survive, the material is safe.

- **Cytotoxic screening**

may be done in vivo or in vitro. In vitro tests are conducted on cultured cells like mouse L-929 fibroblasts and human Hela cells.

**There are many in vitro tests.**

Example, Agar overlay technique; Agar is spread over a layer of culture cells in a culture plate. The test material is then placed on it and incubated. A toxic material will show a clear zone of dead cells.

- **Irritational properties**

are checked by placing the material beneath the skin in rats or intramuscularly in rabbits.

The animals are killed at different time intervals. The tissue response is then examined and compared.

- **Allergic potential:**

The material is first placed inside the skin of guinea pigs. Later the material is placed on the skin surface.

Erythema and swelling at the site show allergic reaction.

- **Carcinogenic potential**

(i) In vivo tests

A material is placed beneath the skin (subcutaneously) of mice. They are then killed after 1 and 2 years and examined for tumors

(ii) In vitro tests

Include Ames test. Here the material is tested with the help of mutant histidine dependent bacteria.

## اختبارات المستوى الأول I (اختبارات التحري)

يتم فحص المادة بداية من حيث السمية الجهازية الحادة، احتمال التخريش، التحسس، وتحريض طفرات.

***اختبار السمية الجهازية الحادة***

يتم تنفيذه من خلال إعطاء المادة فموياً لحيوانات التجربة، وتعتبر المادة آمنة في حال بقاء أكثر من 50% من الحيوانات على قيد الحياة.

***تحري السمية***

يمكن أن ينجز ضمن الأحياء أو في المختبر، حيث تنجز الاختبارات ضمن الأحياء على خلايا مزروعة مثل مصورات الليف L-929 للفئران، أو خلايا هيلا.

**توجد العديد من الاختبارات المخبرية.**

مثال: تقنية غطاء الآغار: يُنشر الآغار فوق طبقة من الخلايا المزروعة ضمن طبق زرع، ومن ثم توضع المادة المفحوصة عليه ويتم حضانتها. تظهر المادة السامة منطقة واضحة من الخلايا الميتة.

***خصائص التخريش***

يتم فحصها من خلال وضع المادة تحت الجلد في الجرذان أو ضمن العضلات في الأرانب.

يتم قتل الحيوانات بفواصل زمنية مختلفة، ويتم بعدها فحص الاستجابة النسيجية ومقارنتها.

***إمكانية التحسس***

يتم وضع المادة في البداية داخل الخنازير الغينية.لاحقاً؛ توضع المادة على سطح الجلد.

يُظهر التهاب الجلد الحمامي والتورم الاستجابة التحسسية.

***إمكانية تحريض طفرات***

i. الاختبارات على الأحياء

توضع المادة تحت جلد الفئران، ومن ثم تُقتل الفئران بعد سنة أو سنتين، ويتم فحص وجود أورام.

ii. الاختبارات المخبرية

تتضمن اختبار آيمز، حيث تختبر المادة بمساعدة الجراثيم المعتمدة على الهيستدين الطافر.

## المستوى الثاني II (اختبارات الاستخدام)

يتم اختبار المادة على الحيوانات بشكل مماثل لطريقة استخدامها عند البشر، مثال: تُدرس استجابة اللب من خلال وضع المادة ضمن حفرة صنف خامس في أسنان قرود.

بعد ذلك؛ يتم قلع الأسنان بشكل دوري وتقارن مع العينات الشاهدة السلبية (اسمنت أكسيد الزنك والأوجينول)، والشاهدة الإيجابية (اسمنت السيليكات).

## المستوى الثالث III (التجارب البشري)

بعد أن تجتاز المادة اختبار التحري واختبار الاستخدام على الحيوانات، تصبح جاهزة للتجربة على البشر.

تتم دراسة الاستجابة والأداء تحت الحالات السريرية.

## Level II (Usage Tests)

The material is tested in experimental animals similar to how it is used in humans, e.g. pulp reaction is studied by placing the material into class V cavities in teeth of primates (apes or monkeys).

The teeth are then extracted periodically and compared with negative controls (ZOE cement) and positive controls (silicate cement).

## Level III (Human Trials)

Once the material has passed screening and usage tests in animals, it is ready for trials in humans.

The reactions and performance under clinical conditions are studied.