

علم اللون COLOR THEORY



Dr Modar Ahmad
D.D.S, M.Sc., Ph.D.,
Fixed Prosthodontics 3

COLOR THEORY

- اللون علم مجرد..
- اللون يمس الحواس العميقة والعاطفية..
- اللون تقدير شخصي..... كما يتأثر بعدة عوامل..



● هناك سمات للون قابلة للقياس!..فهمها مهم للممارس في طب الأسنان

□ The Physics of Color

TABLE 1-1 WAVELENGTHS OF COLORS

Color	Wavelength (nm)*
Red	650–800
Orange	590–649
Yellow	550–589
Green	490–539
Blue	460–489
Indigo	440–459
Violet	390–439



□ The Physics of Color

- اكتشاف Newton وجه الانتباه إلى مصدر الضوء.
- اللون الأبيض يحتوي جميع الألوان.
- عندما نرى جسمًا ما بلون ما فإنه يكون بطريقة ما قد غير الضوء الذي وصل إلى أعيننا

ما؟

- التفاعل بين الضوء والجسم ⇐ إدراك perception اللون.
- ⇐ دون الضوء.... لا يوجد لون!...
- عملية إدراك اللون: ضوء ينبعث من مصدر.. إيمان يصل للعين مباشرة أو قد يرتطم أو يعبر خلال جسم ما. ⇐ تفاعل.. امتصاص بعض الضوء... أطوال الموجات التي لم يتم امتصاصها (أي التي تنعكس أو تنتقل أو تنبعث إلى العين مباشرة) تُدرك عن طريق الخلايا المستقبلية في العين ويميزها الدماغ كلون محدد

الانبعاث "الإصدار" Emission

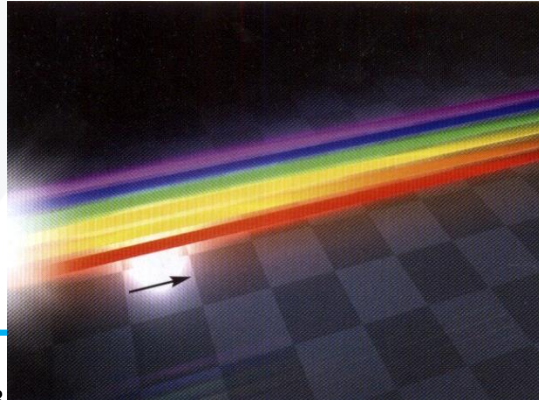
ضوء

عملية فيزيائية أو كيميائية

منبع

- للحصول على ضوء أبيض بشكل تام يجب أن يصدر المنبع الضوئي نفس الكمية تمامًا من كل طول موجة
 - ليس هناك منبع يصدر الضوء الأبيض تمامًا.
- ↩ يتأثر بذلك إدراك اللون.؟.




لأنه يوجد أطوال موجات محددة فقط هي التي ستتفاعل مع الجسم لذلك يظهر الجسم نفسه بألوان مختلفة عند تعريضه لمصادر ضوئية مختلفة



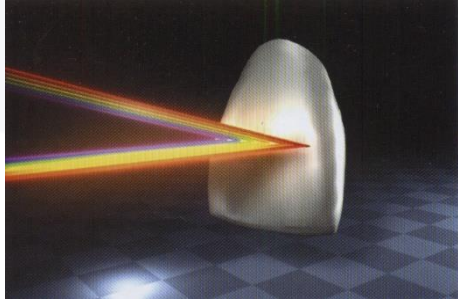
Transmission & absorption

العبور و الامتصاص

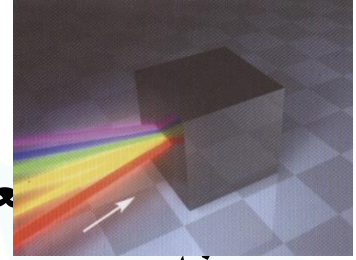
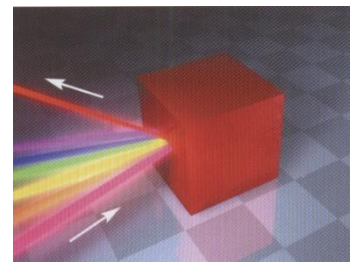
- **العبور:** يحدث عندما يمر الضوء من خلال مادة شفافة transparent أو شافة "نصف شفافة" translucent.
- عند اصطدام الضوء بجزيئات من المادة يحدث امتصاص لبعض أطوال الموجات.....حسب؟
- أطوال الموجة "الألوان" التي عبرت تكوّن اللون المدرك.

- Completely transparent ⇒ transmission of all light ⇒ 
- Completely opaque ⇒ absorption of all light ⇒ 
- some wavelengths transmitted and others absorbed ⇒ 

COLOR THEORY



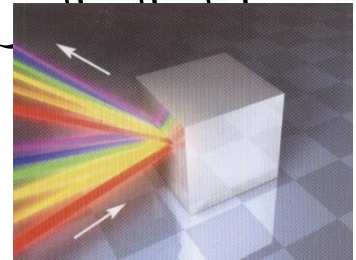
Reflection & absorption الانعكاس و الامتصاص



عنه .

عكاس عند اصطدام الشعاع الضوئي بجسم صلب ثم ارتداده

- قد تُمتصّ أطوال موجة (ألوان) محددة حسب بنيته الجزيئية وكثافته.
- ألوان التي انعكست تكوّن اللون المُدرَك .



⇒ reflects all light



⇒ absorbs all light



⇒ absorbs some wavelengths and reflects others

An object absorbs  & reflects  +  ⇒  قرمزي

COLOR THEORY



- خواص سطح الجسم تؤثر على انعكاس وعبور وامتصاص الضوء
- أي أن لكل جسم بيانات طيفية spectral data لا علاقة لها بالظروف الخارجية كالإضاءة واختلاف العين البشرية

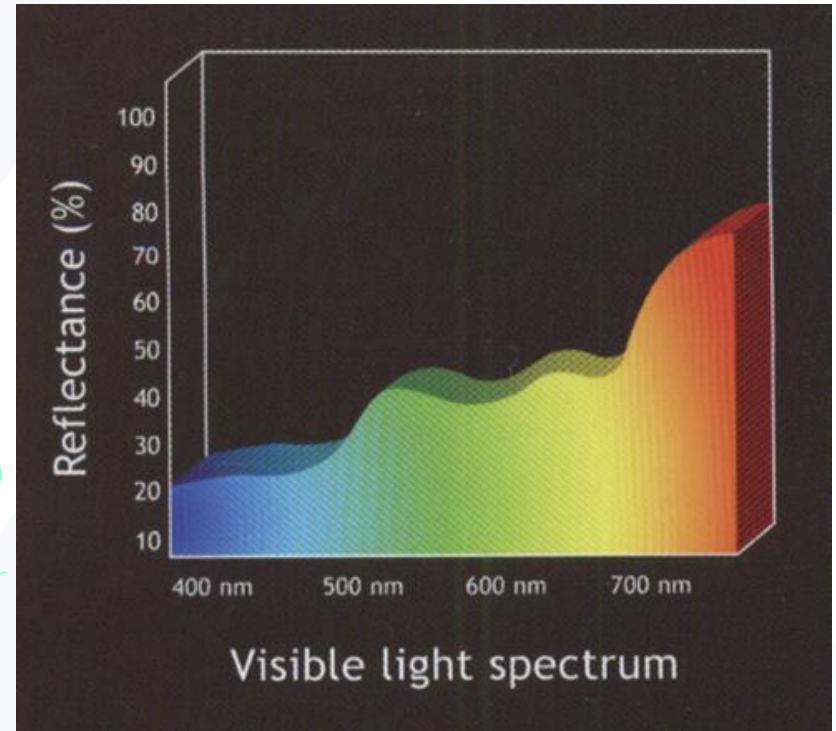
الشكل الناتج يدعى

المنحنى الطيفي للجسم

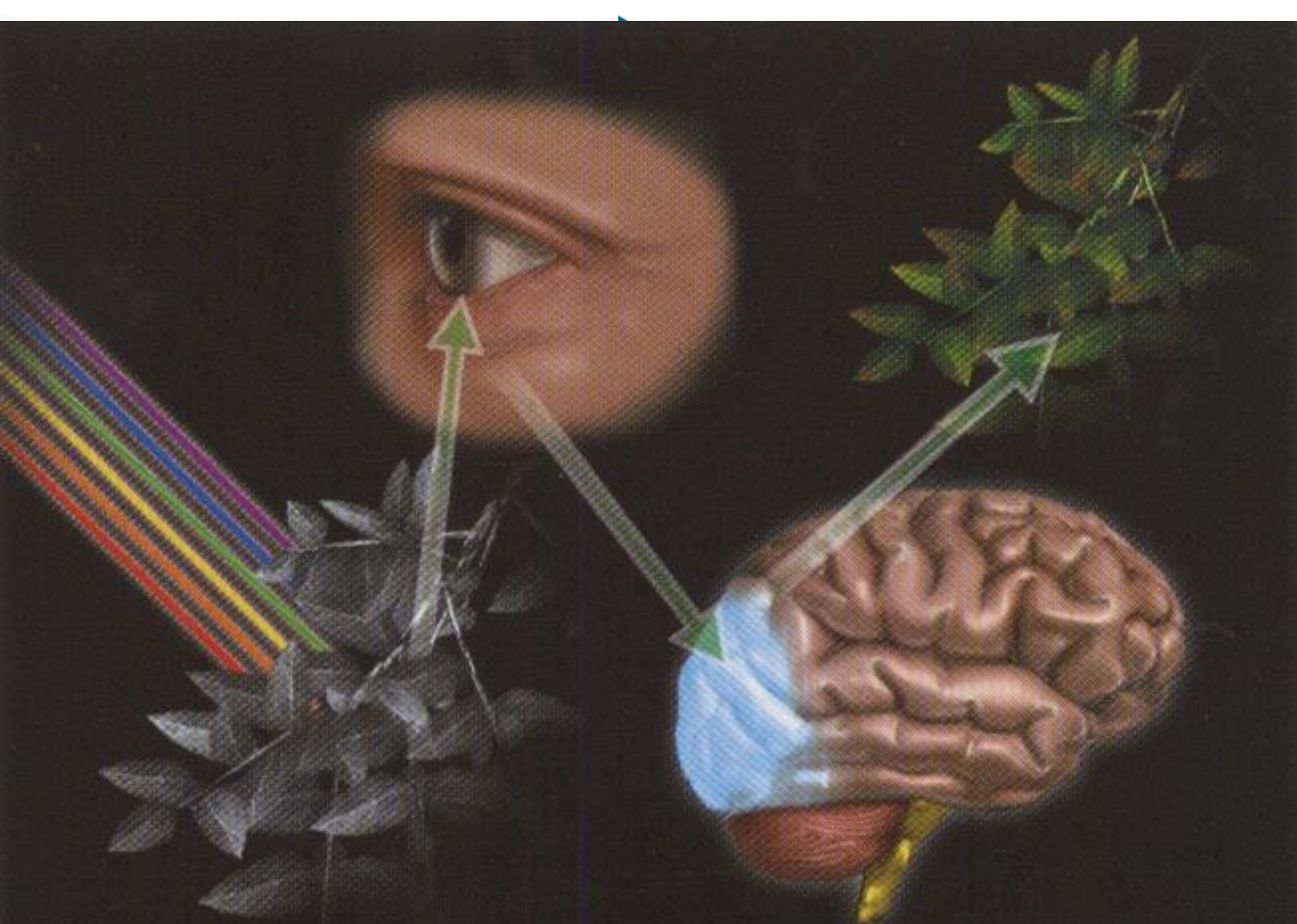
spectral curve

وهو يمثل البصمة اللونية
لهذا الجسم.

النسبة المئوية لأطوال الموجة
المنعكسة عن جسم



مقاسة كل 10 nm على امتداد الطيف
9 الضوئي المرئي

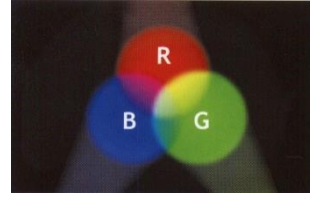


الإدراك perception

TABLE 1-2 PSYCHOPHYSIOLOGIC REALITIES OF COLOR PERCEPTION

Mode of perception	Psychophysiologic reality
Physical	Wavelength of light
Psychophysical	Reception of light wavelength by the eye
Psychologic	Interpretation of light wavelength by the brain

- التفاحة بحد ذاتها ليست حمراء اللون المستقبل هو فقط في صيغة أطوال موجة منعكسة واللون الذي نحسه ونتذكره على أنه **أحمر** موجود فقط في أذهاننا



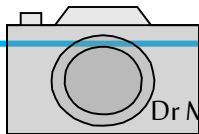
□ Color Reproduction

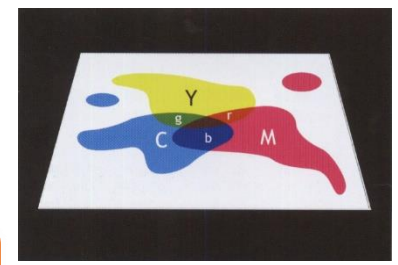


الوسائط المُشعَّة emissive media

RGB

- الوسائط الإلكترونية "شاشة كمبيوتر - TV".
- تنتج اللون بإصدار أطوال موجات هي مزيج من الضوء الـ R والـ G والـ B لتنبه المخاريط في العين
- RGB تدعى الألوان الرئيسية المضافة. فمزجها ⇨ اللون الأبيض كما أن وسائطها قادرة على إنتاج كل ألوان الطيف المرئي تقريباً بإضافة كميات معينة من كلٍ منها.
- تلتقط الكاميرا الرقمية عدة نقاط (pixels) صغيرة وتمزجها بشدات مختلفة لتنتج ألواناً مختلفة ثم تعيد إنتاجها على وسيط مشع.
- ⇨ فالكاميرا الرقمية تحمل نفس القدر من الشخصية "اللاموضوعية" كالعين البشرية ⇨ لا يمكن اعتبارها وسيلة دقيقة لتقييم لون أسنان





□ Color Reproduction

🕸 Reflective & transmissive media

الوسائط العاكسة والناقلة

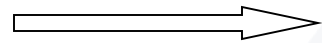
• الصور الفوتوغرافية والمطبوعات "عاكسة"

• الشرائح والشفافيات "ناقلة"



• تعتمد هذه الوسائط على المواد الماصة للون "حبر-صبغة" التي تمتص أطوال موجة وتعكس/تمرر أخرى ↩ ألوان محددة

• تعتمد الألوان الرئيسية المطروحة CMY (cyan, magenta, yellow)





+



=



+



=



+



=



الوان الصبغ pigment colors

- اعتمادًا على مبدأ الألوان المتتامة يمكن تعديل القيمة value للترميم
- مثالاً: إذا كانت قيمة value لون الترميم بحاجة للتخفيض، يمكن إضافة اللون المتمم للترميم لنجعل اللون مائلاً للرمادي أكثر وبالتالي أقل بالـ value . مثالاً: اللون A3 يحوي لونا برتقالياً، لذلك فإن إضافة صبغة زرقاء ← value أقل.



Harmony



أبعاد اللون dimensions of color

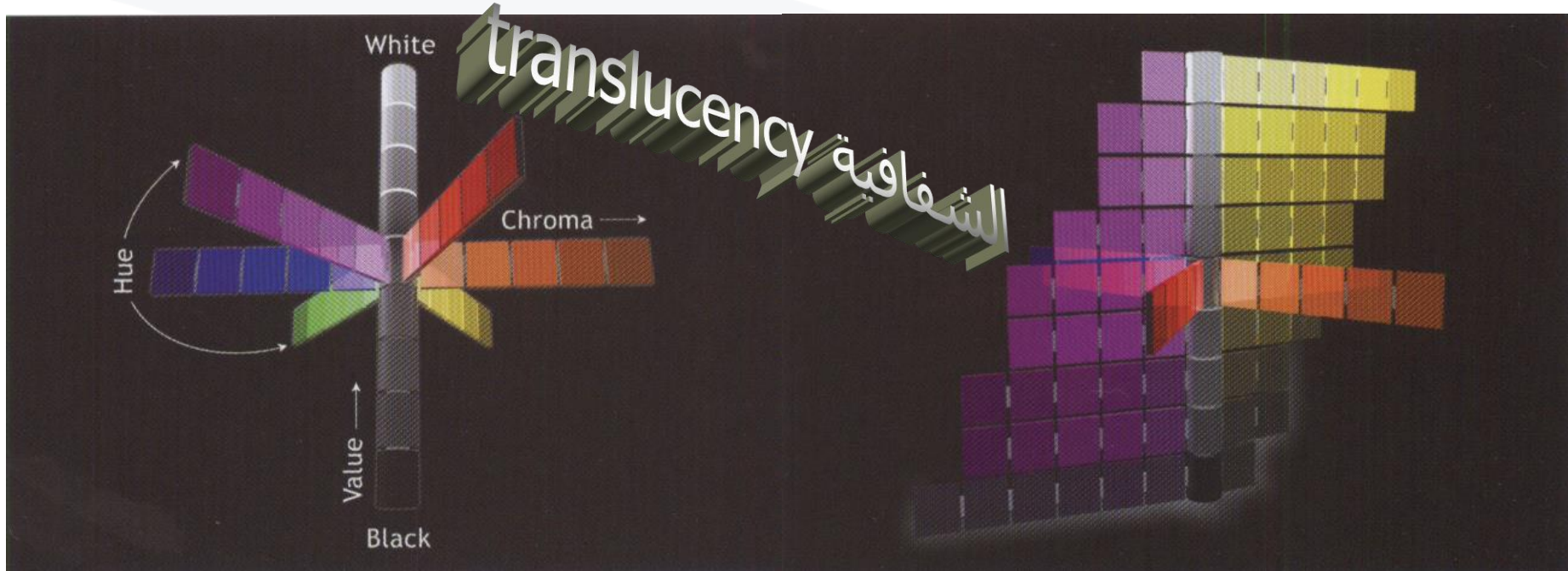


TABLE 1-4 COLOR DIMENSION TERMINOLOGY

Term	Dimension of color
Hue	Color tone
Chroma	Saturation/purity of color
value	Relative lightness/darkness of color

أبعاد اللون dimensions of color

- اللون "الصبغة" hue: \leftrightarrow color ،نبرة اللون (أحمر أصفر)
- الكثافة chroma: شدة، تركيز، نقاء اللون.
↑ الكمية المنعكسة من طول موجة محدد "بالنسبة لأطوال الموجة الأخرى" \leftrightarrow ↑ chroma
 \leftrightarrow لون أكثر عمقًا ونقاءً.
- القيمة value: القتامة darkness أو الضياء lightness النسبي للون.
↑ الكمية الكلية للضوء المنعكس \leftrightarrow ↑ value .
مقياس القيمة يتراوح من السواد المطلق 0 صعودًا إلى البياض المطلق 10
- الشفافية translucency: درجة عبور الضوء أكثر من امتصاصه.
أقصى شفافية هي الشفافية transparency أي مرور كامل الضوء.

أدنى شفافية هي الظلالية opacity أي امتصاص أو انعكاس كامل الضوء.

Hue





high

low

Value

High value



Mirrored Serenity, Hood Canal, Seabeck, Washington



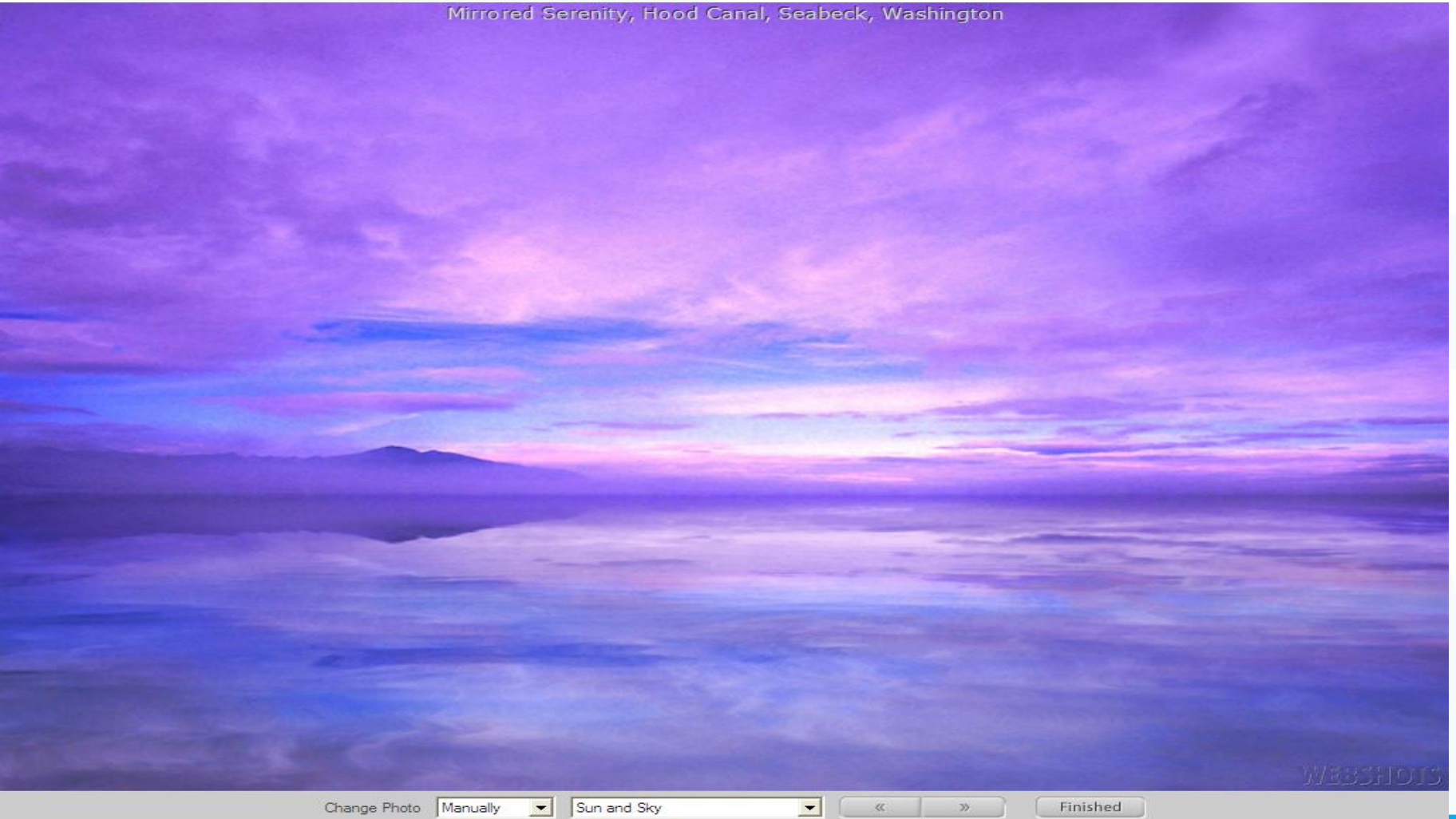
WEBSHOTS

Change Photo

Normal



Mirrored Serenity, Hood Canal, Seabeck, Washington



low value



Mirrored Serenity, Hood Canal, Seabeck, Washington





WEBSHOT

Change Photo

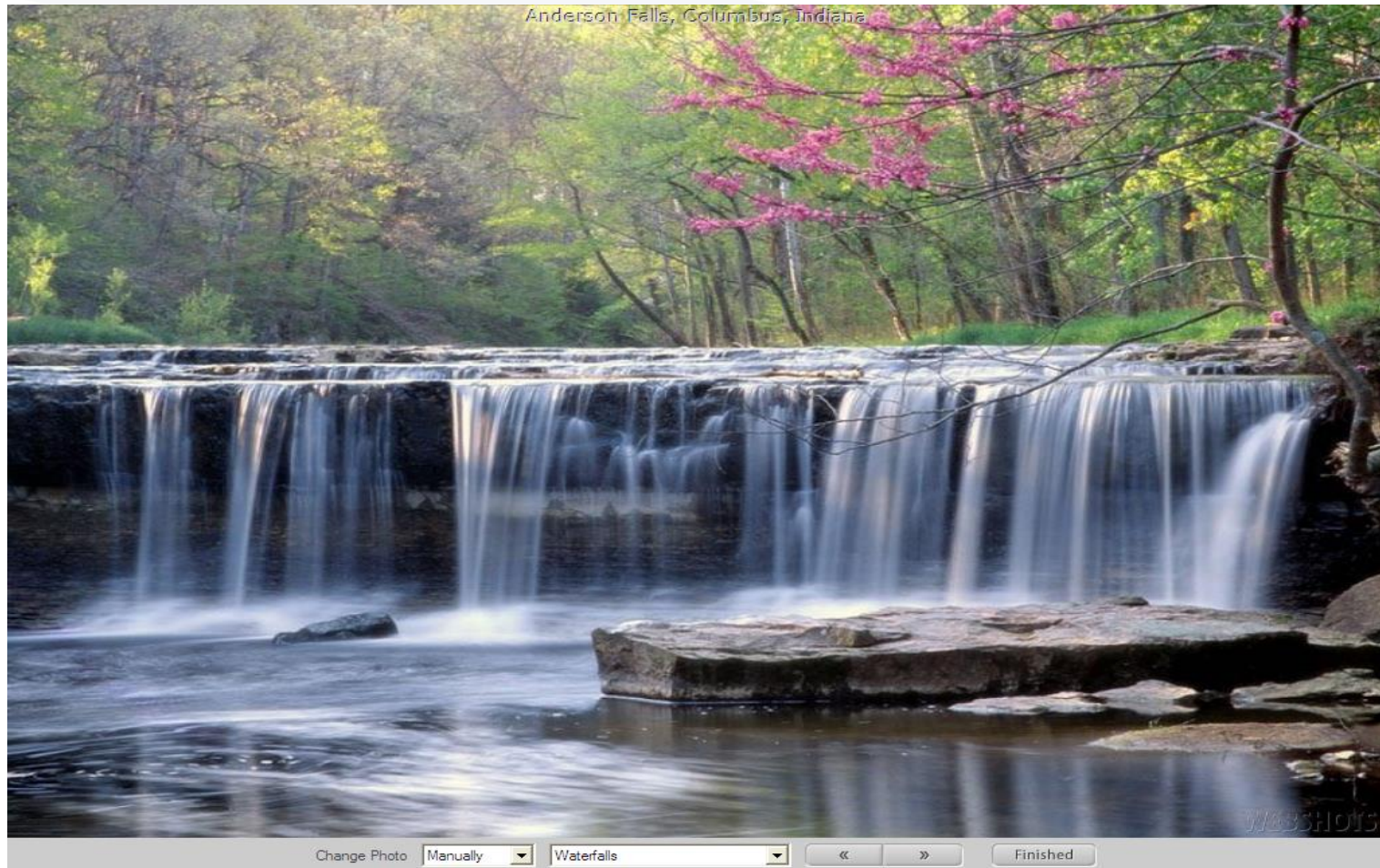


Change Photo

value

saturation

Transparent



COLOR THEORY

Bluish incisal
translucency

Bluish-orange
incisal
translucency
(aging)



● قياسها سريريًا؟

● المخبري: densitometer يقيس كمية الضوء المنتقل عبر ترميم
أو حامل النموذج اللوني tab

● يوصى بوضع كرت رمادي 18% كخلفية لاستبعاد تشويش المحيط

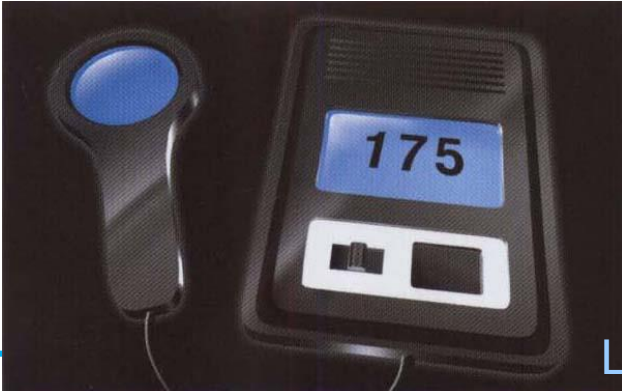
ELEMENTS AFFECTING COLOR



□ Illumination (الإنارة)

🕸 light intensity شدة الضوء

- شدة الضوء تنظّم قطر البؤبؤ pupil.
- اللطخة الصفراء... مركز الشبكية... أعلى تركيز من المخاريط.
- تتحقق أفضل دقة في قراءة اللون عندما يكون الجسم في مركز حقل الرؤية ← مرتسمه يقع على اللطخة الصفراء + ويكون بؤبؤ العين مفتوحًا بشكل كافٍ لتعريض اللطخة للضوء بشكل كامل.
- 150 ← 200 “foot-candles”.



Light meter

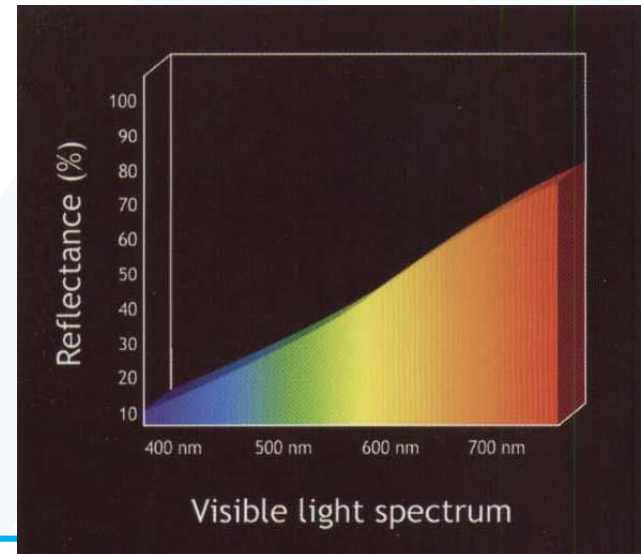
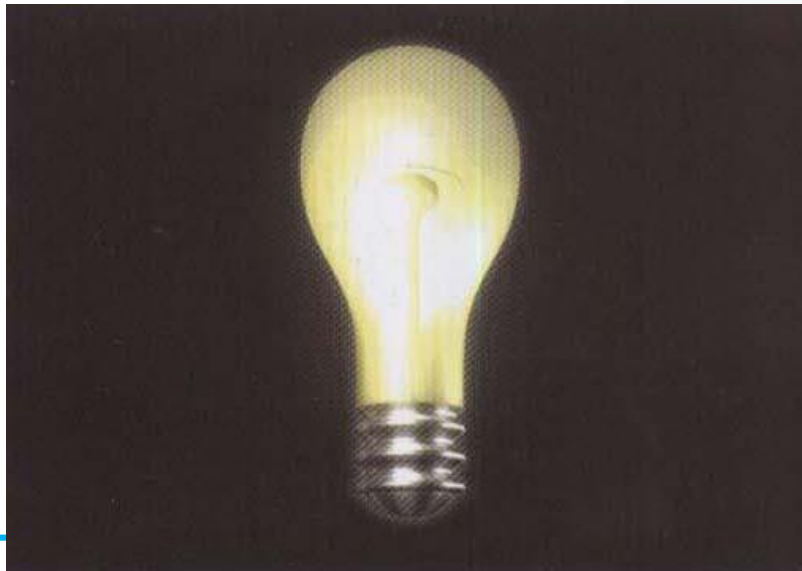
ELEMENTS AFFECTING COLOR



□ Illumination (الإنارة)

✦ standard illuminants مصادر الإنارة القياسية

- A: مصدر ضوء تنغستين، حرارة 2,856 K، ضوء أحمر مصفر، يحاكي ظروف العرض المتوهج incandescent، مثل المصباح البيتي.



ELEMENTS AFFECTING COLOR



standard illuminants مصادر الإنارة القياسية

- B: تنغستين مترافق مع مرشح سائل لمحاكاة ضوء الشمس المباشر، K 4,874 ، نادر الاستخدام حالياً.



ELEMENTS AFFECTING COLOR



مصادر الإنارة القياسية standard illuminants

- C: تنغستين مترافق مع مرشح سائل لمحاكاة ضوء الشمس غير المباشر، 6,774 K ، يستعمل في كثير من حجرات العرض.

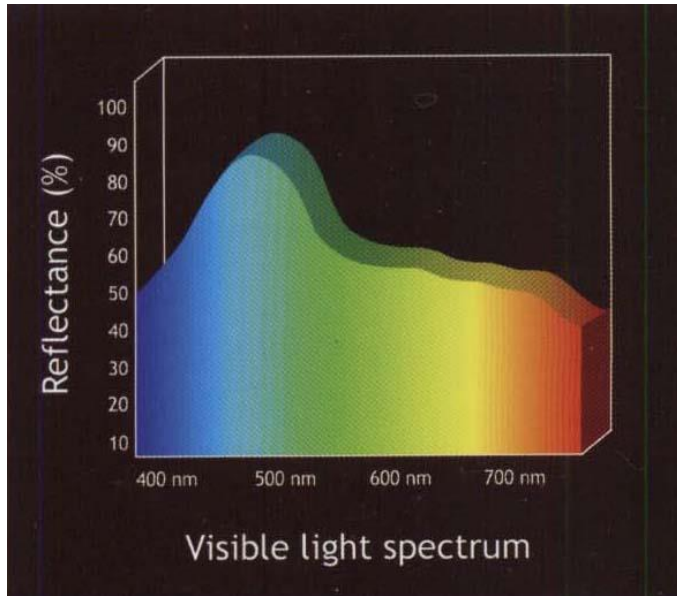


ELEMENTS AFFECTING COLOR



مصادر الإنارة القياسية standard illuminants

• D: سلسلة من مصادر الإنارة تنتج ظروفًا مختلفة من ضوء النهار



5000 K : D_{50}

6500 K : D_{65}

يطابقان انعكاس ضوء النهار المزرقي.

مشابه تماما لـ C ولكنه أفضل محاكاة لضوء النهار غير المباشر لاحتوائه الضوء فوق البنفسجي.

ضروري لـ Fluorescence evaluation

ELEMENTS AFFECTING COLOR



□ Illumination (الإنارة)

🕸 clinical lighting challenges

صعوبات سريرية في الإنارة

In clinics: Color-corrected light

Still there are Problems:

● **تضاربات الإنارة** Lighting conflicts

● **الخدامية** Metamerism

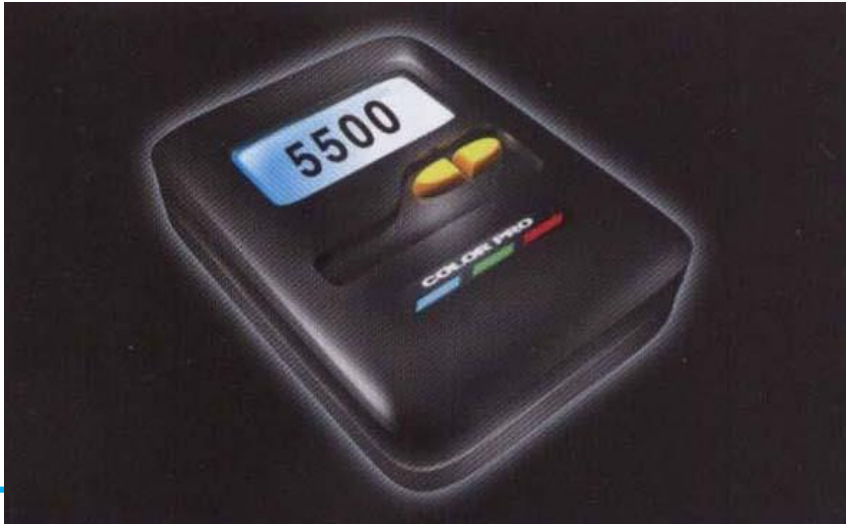
ELEMENTS AFFECTING COLOR



lighting conflicts

للمساعدة على تلافيها:

- مصدر النور الطبيعي إن أمكن من 10am ← 2pm. في نهار مشرق....درجة حرارة اللون المثالية وهي 5500K.
- إذا لم يمكن ذلك ← الإنارة مصححة اللون (D_{50}). ~ 5500K.
- قياس درجة حرارة الضوء دوريًا.
- إزالة الغبار والأوساخ عن مصدر الإنارة حيث يمكن أن تغير من كمية ونوعية الضوء المنبعث.



ELEMENTS AFFECTING COLOR

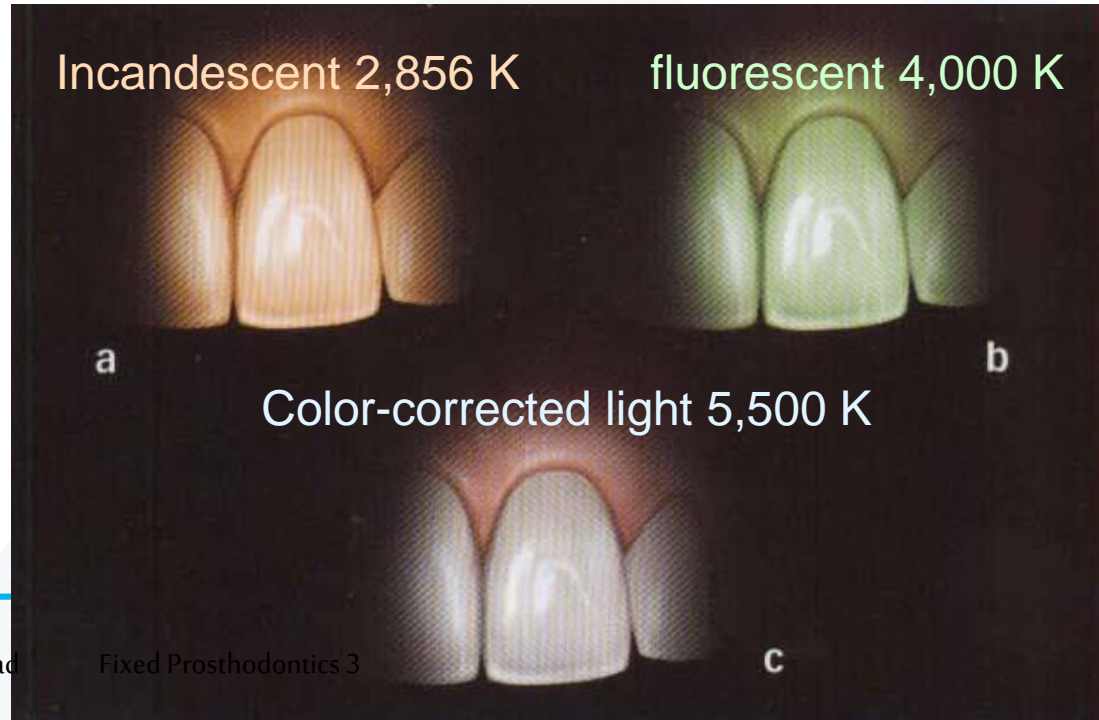


Metamerism

• تقييم اللون كان تحت إنارة مصححة اللون (↔الضوء الطبيعي) 5500K.

لكن المريض سيبتسم تحت ظروف مختلفة من الإنارة !! 😊

Hue, value, & chroma.

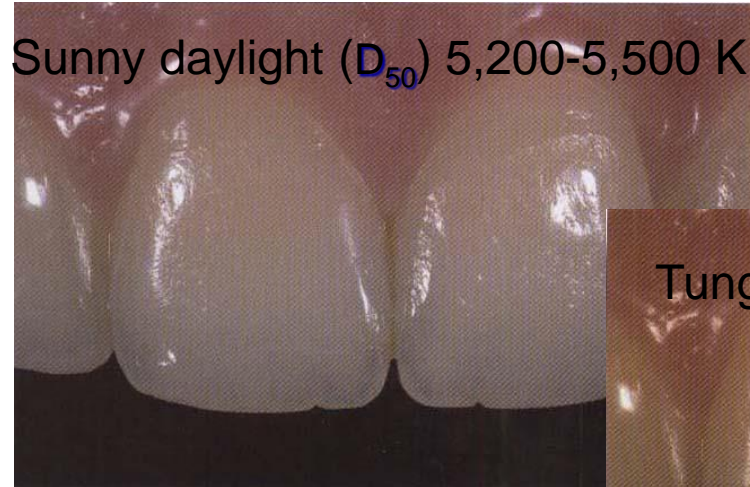


ELEMENTS AFFECTING COLOR



Metamerism

- هي ظاهرة فيها يتطابق لون جسمين تحت أحد ظروف الإنارة في حين يظهران اختلافًا لونيًا تحت ظروف أخرى.
- Technology فرصة لحل المشكلة.
تطابق المنحنى الطيفي للجسمين





ELEMENTS AFFECTING COLOR



Value contrast

- يتأثر تقييمنا لقيمة لون جسم ما "ضيائه" بضياء الخلفية والمحيط.

● الشبكية حساسة جدًا للضوء

● تتمدد وتتقلص استجابة لشدة الضوء حسب ما يفسرها الدماغ

● خلفية أغم من الجسم ⇨ على الشبكية أن تتكيف مع الجسم الأكثر ضياءً ⇨ إدراكه على أنه أكثر ضياءً من الواقع.... والعكس بالعكس.

● تتكيف العين أسرع عند انتقالها من الظلام إلى الضوء ⇨ تأثير وجود جسم مظلم على خلفية مضيئة يبدو ملحوظًا أكثر.

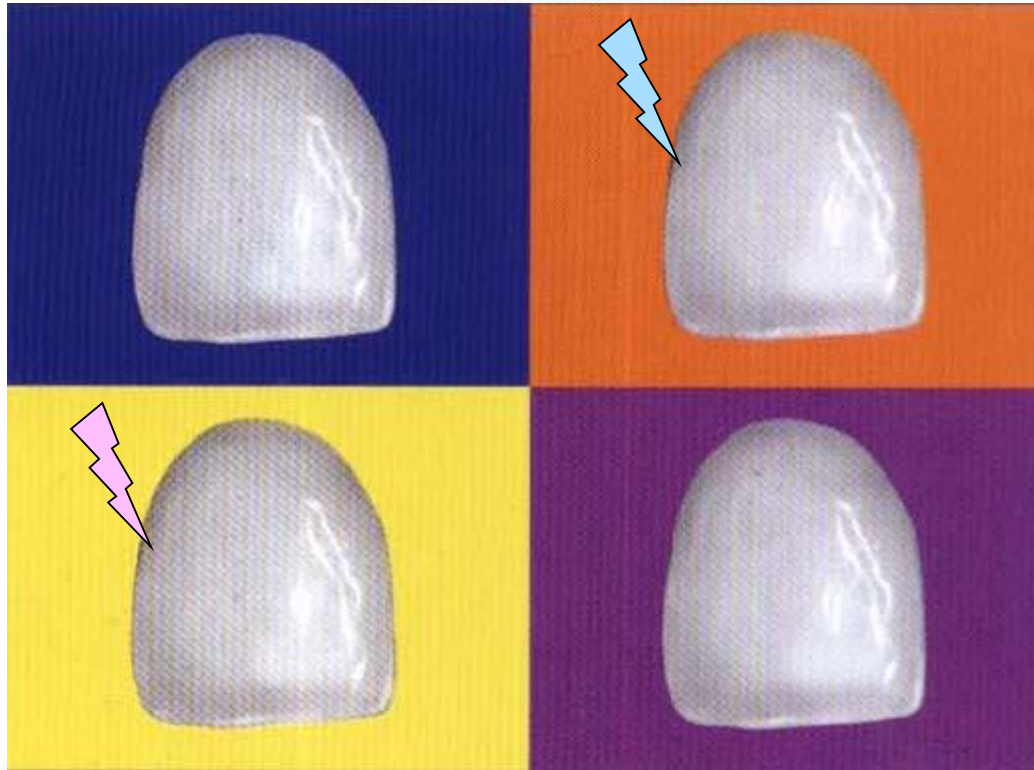


ELEMENTS AFFECTING COLOR



Hue contrast

. يميل لون الجسم إلى اللون المتمم للون الخلفية

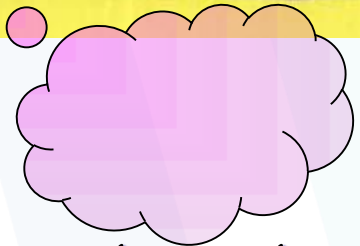
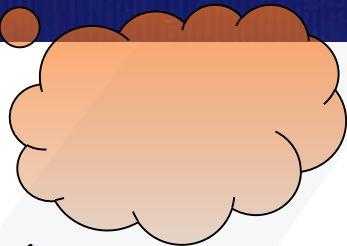




Use a light blue or neutral gray (18%) background card

نفس الوجوه الخزفية

عند النظر مُطَوِّلاً إلى هذه الوجوه الخزفية

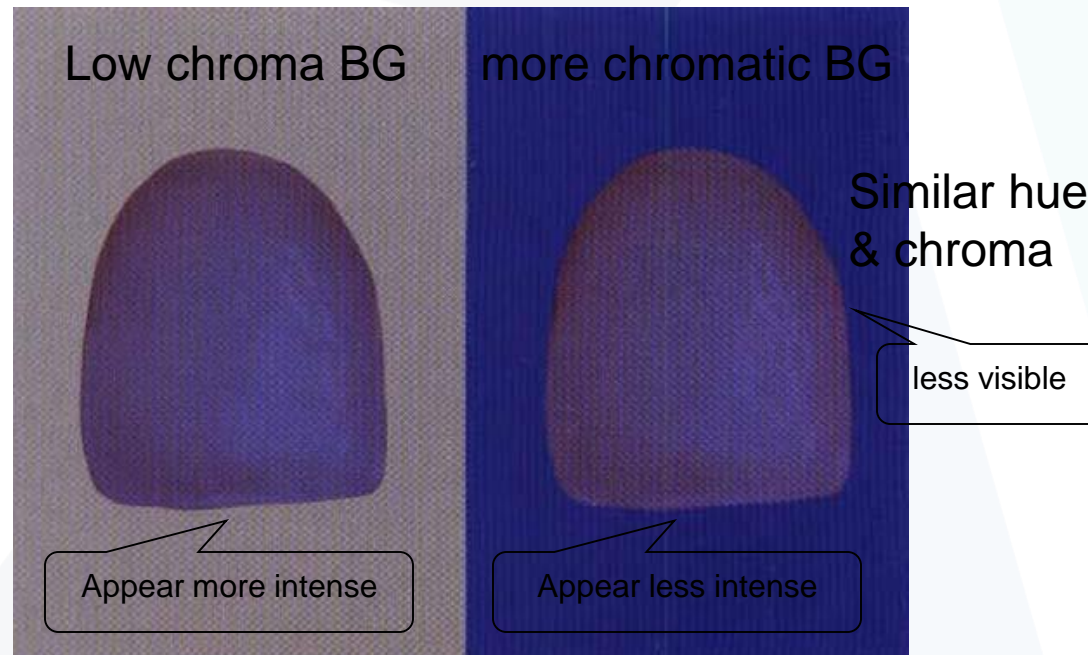


تتنمى أغلب الأسنان إلى عائلة البرتقالي... لذا ننصح بالنظر إلى لون أزرق فاتح قبيل أخذ اللون حتى تتكيف العين لاستقبال اللون البرتقالي بشكل أفضل.

ELEMENTS AFFECTING COLOR



Chroma contrast

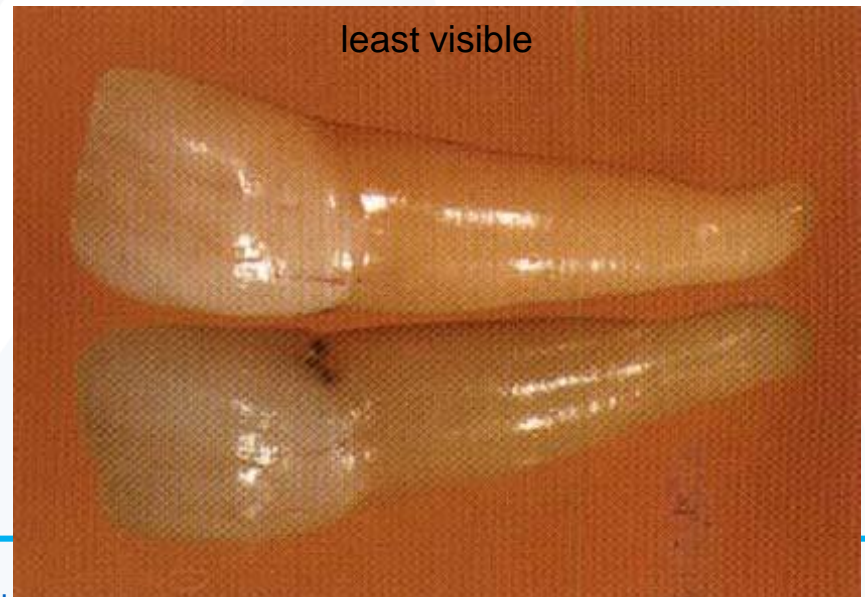
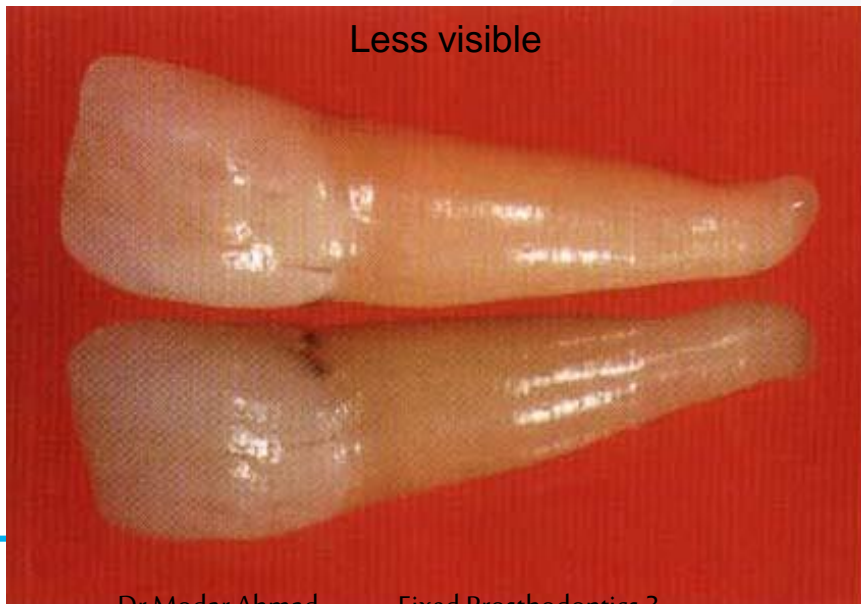


Use a lower chroma background card ⇨ teeth more intense ⇨ easier to discern



Background similar in chroma

Background closer in chroma



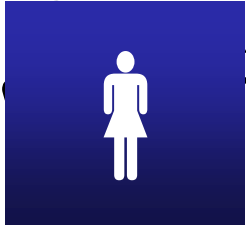
ELEMENTS AFFECTING COLOR



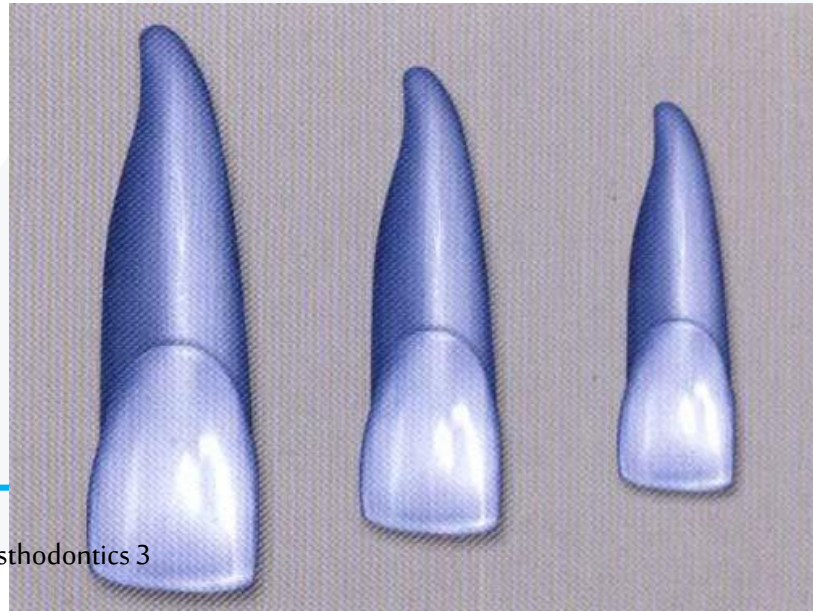
□ مؤثرات التباين Contrast Effects

✧ التباين المساحي Areal contrast

- الجسم الأكبر يبدو أفتح لونًا من جسمٍ أصغر بنفس اللون.
- الجسم الأفتح يبدو أكبر من جسمٍ أغمق بنفس اللون.



الملابس السوداء



ELEMENTS AFFECTING COLOR



التباين المساحي Areal contrast



- سن أو تعويض صغير الحجم، كـ يبدو أغمق يجب تفتيح لونه "تبييض أو استبدال"

So.... ↓ value
1/2 shade

ELEMENTS AFFECTING COLOR



- الجسم الأقرب للناظر يبدو أكبر وأفتح. والجسم المتراجع يبدو أصغر وأعمق.
- أسنان مترابطة ومنفتلة.... الأسنان المتراجعة تبدو أعمق، وكذلك الأسنان الخلفية.

ELEMENTS AFFECTING COLOR



العمر Age

- المنظر مائل للأصفر + ؟ اصفرار القرنية الحسة
- ذو أهمية سريرية. ← يبدأ 30 سنة..... يزيد 50 سنة.... 60 سنة

التعب Fatigue

- تعب عام، موضعي، ذهني
- تحديد غير دقيق لـ hue & chroma + لون باهت أو مشوش
- السبب الأكثر شيوعًا للخطأ
- أحد أسبابه تعاقب أخذ اللون في نهار واحد لعدة مرضى. successive

Have a break



Conventional Shade Matching



التحليل Analysis

- خذ بعين الاعتبار توقعات المريض حول نتيجة المعالجة.



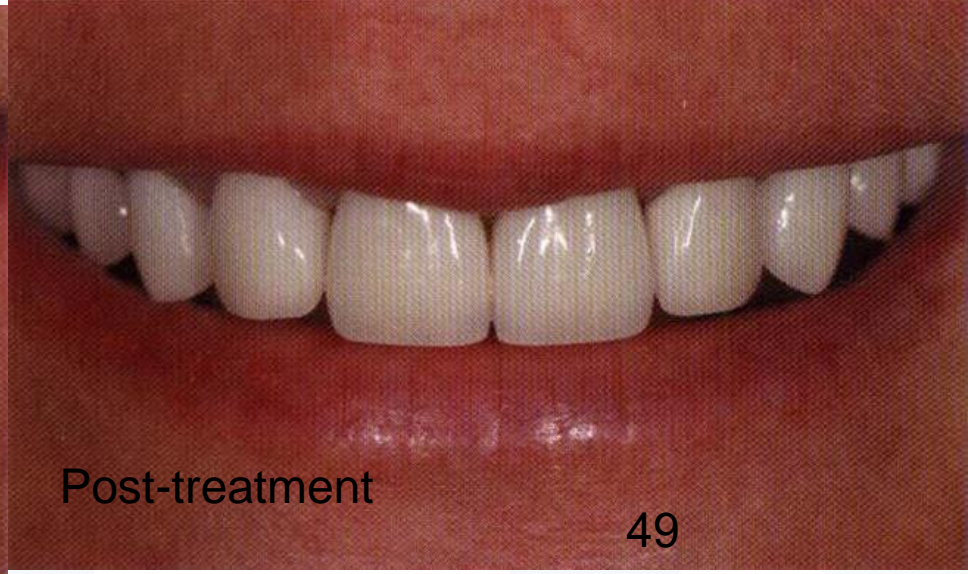
I want white
& straight
teeth



Pre-treatment

Dr Modar Ahmad

Fixed Prosthodontics 3



Post-treatment

Conventional Shade Matching



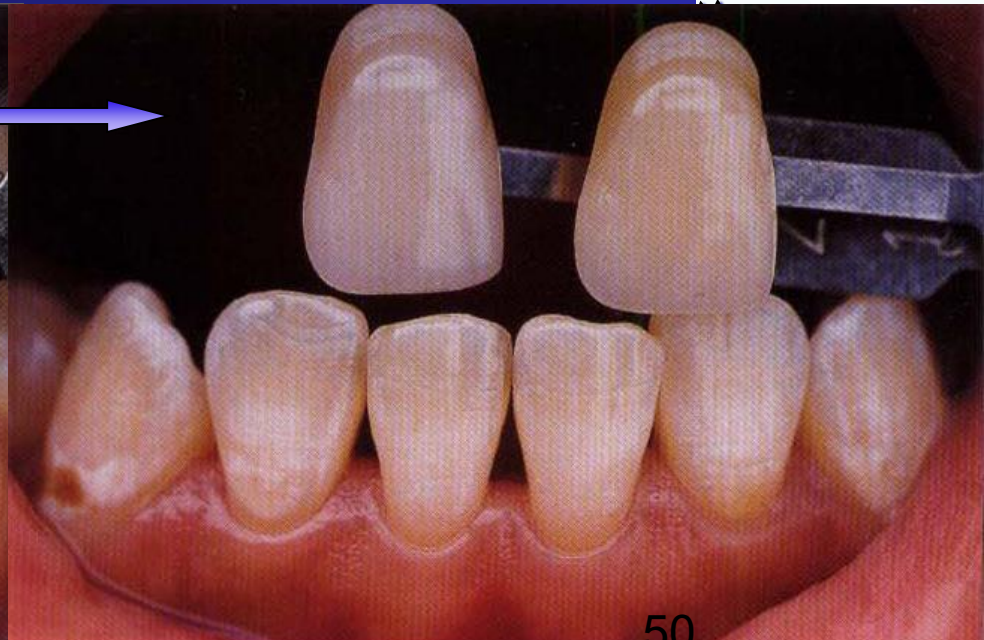
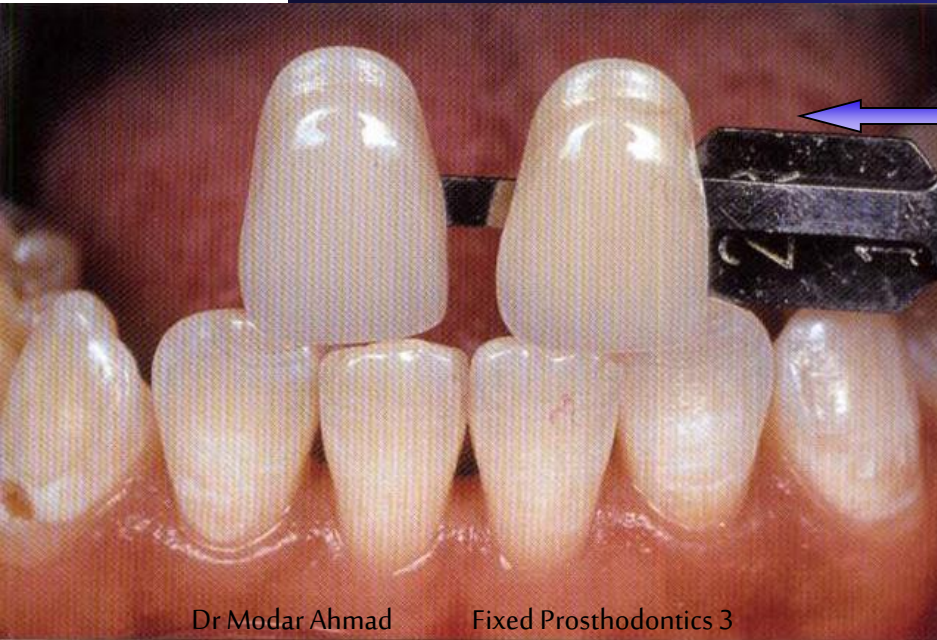
التواصل Communication

- لغة..
- خوف المخبري من استعمال مواد مختلفة.



Neutral flash 5,500 K

flash 6,500 K



Conventional Shade Matching



التواصل Communication

- تُجرى الطريقة التقليدية بصرياً من قِبَل الطبيب والمخبري
خلل في التواصل. ⇨ SUBJECTIVITY اللاموضوعية ⇨

الترجمة Interpretation

- ينظر المخبري إلى التعويض (قبل التخريف) أمام خلفية رمادية 18% ثم يهيئ خارطة لونية لصنع التعويض
- تعتمد هذه المرحلة على حصول المخبري على معلومات صحيحة

Conventional Shade Matching



Vitapan 3D – Master:

ألقى بعضًا من اللاموضوعية
في تقييم اللون

3 steps:

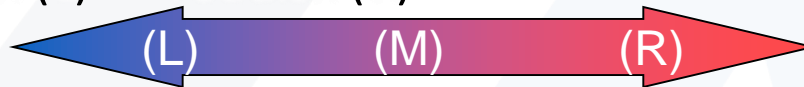
1. Value (lightness) group: 1 → 5

M (medium shade)

2. Chroma: 1 → 3



3. Hue: yellowish (L) or reddish (R).



Conventional Shade Matching

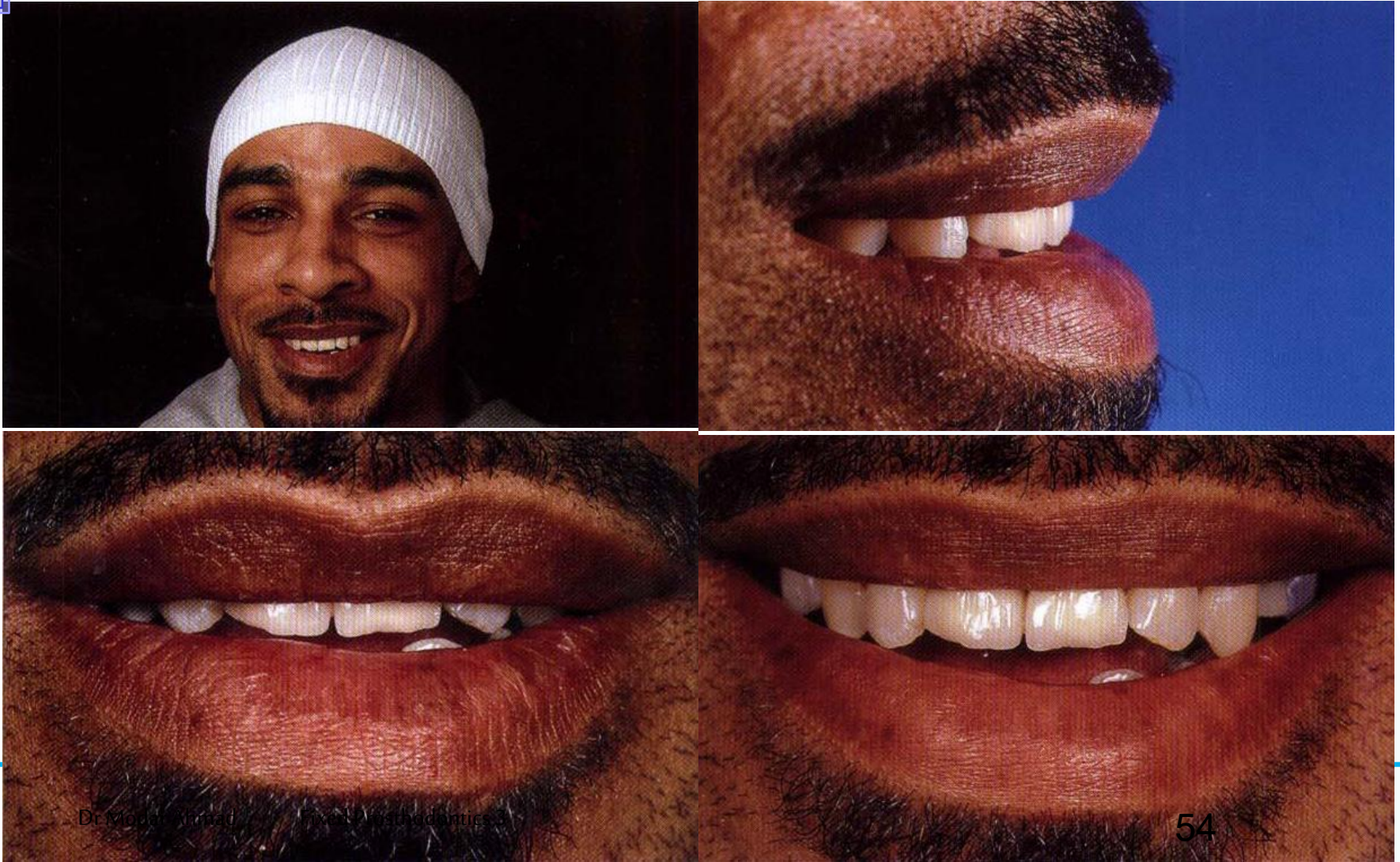


Conventional Shade Matching



1

□ Recommended protocol



Conventional Shade Matching

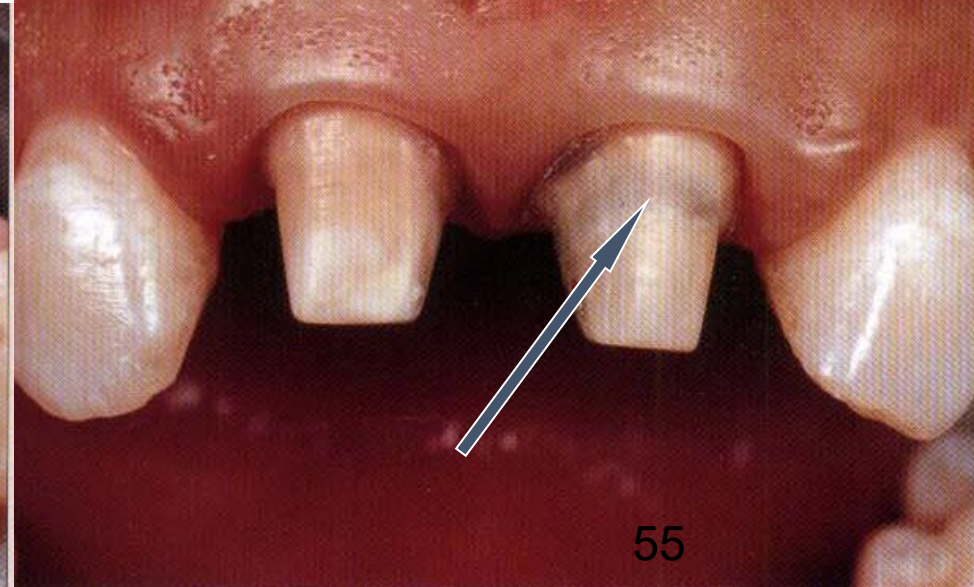
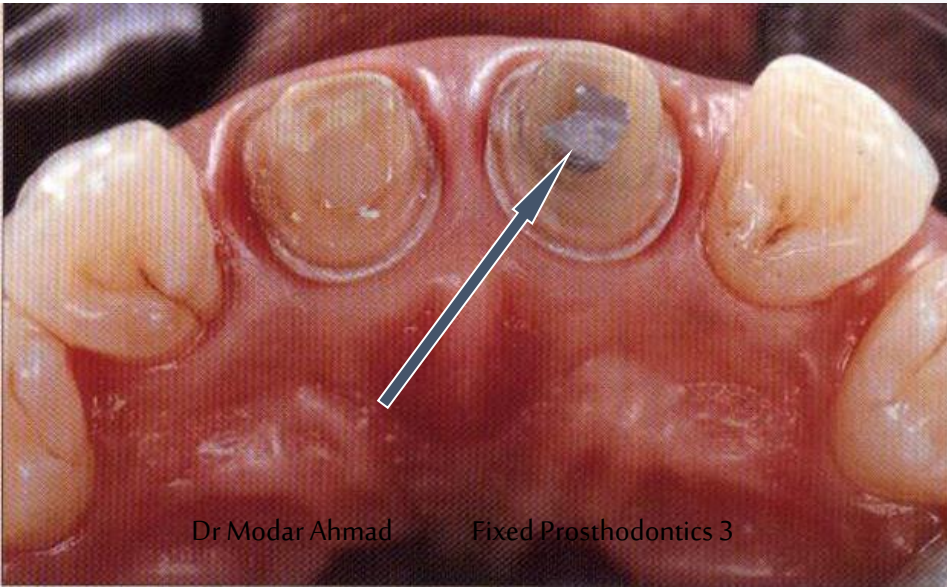
2

- تقييم بنية الدعامات :
 - حياة ؟
 - متلونة ؟
 - معالجة لبية ؟
 - ترميم معدني ؟

يؤثر ذلك على اختيار المواد.. وتصميم تحضير السن.

nonvital

All-ceramic?



Conventional Shade Matching

3

• تقييم الأسنان الطبيعية: الشفافية والظلالية...



Conventional Shade Matching



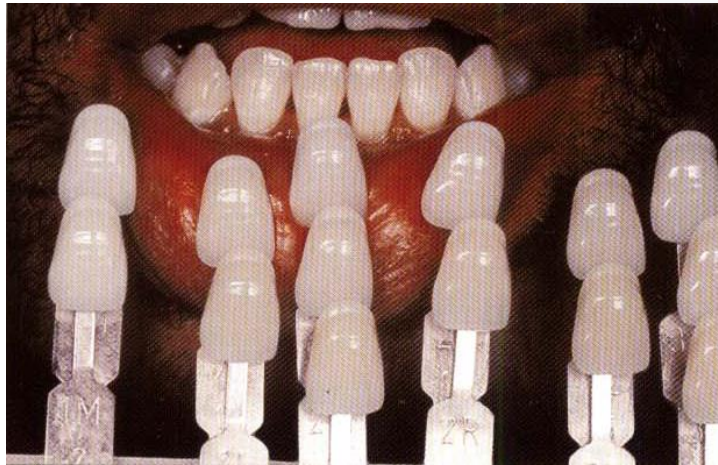
4

- قم باختيار اللون في بداية الجلسة.. قبل تعب العين.
- وحتى تكون الأسنان في قمة الرطوبة "التميه" hydration. حيث تجف الأسنان خلال إجراءات التحضير وأخذ الطبعة.
- لا تقارن اللون لأكثر من 7 ثوانٍ..حتى لا تتعب العين.

Conventional Shade Matching



- يتم أخذ اللون حسب دليل VITA التقليدي
باختيار اللون Hue أولاً من بين درجات
A,B,C,D ومن ثم اختيار الكثافة
Chroma حسب الأرقام 1,2,3,4



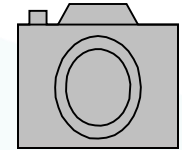
- يتم اخذ اللون حسب دليل 3D Master
باختيار السطوع أولاً بالاتجاه الافقي
للدليل 1,2,3,4,5 ومن ثم اختيار الكثافة
بالاتجاه العمودي للدليل من الدرجات
1,2,3 ومن ثم اختيار الصبغة أو اللون
بالاتجاه الافقي للدليل حسب الأحرف
R,M,L

● استعمال أدلة لونية متعددة قد يكون مفيداً

Conventional Shade Matching

6

• الألوان الطرفية extreme shade tabs (فاتح و غامق).

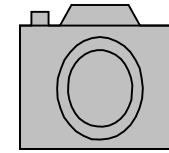


Conventional Shade Matching



7

Full smile



Conventional Shade Matching

8

- التعويض المؤقت:
- 1. يرمم صحة النسيج، الجماليات، الـ contour، الإطباق.
- 2. يزود المخبري بمعلومات عن الطول القاطعي والتغطية القاطعية والدرجة السهمية.



Conventional Shade Matching



9

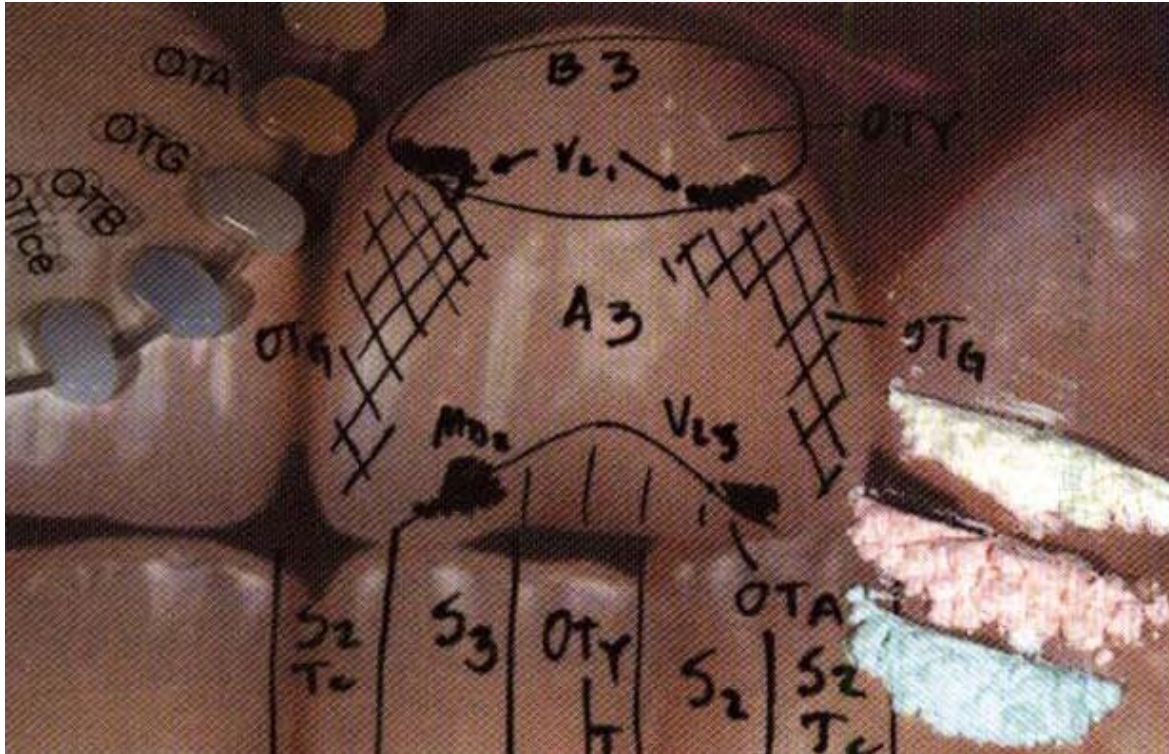
- الآن تمرر المعلومات التي جُمعت إلى المخبري كنسخ مطبوعة أو ملفات الكترونية (e-mail)
.(or CD

Conventional Shade Matching

10

المخبري

يحلل المعلومات ويوجد خريطة لونية.



ترجمة المعلومات
إلى لغة نظام
الخزف المُستعمل

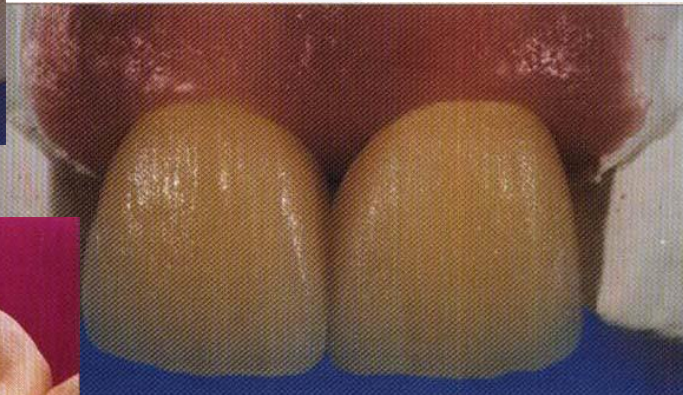
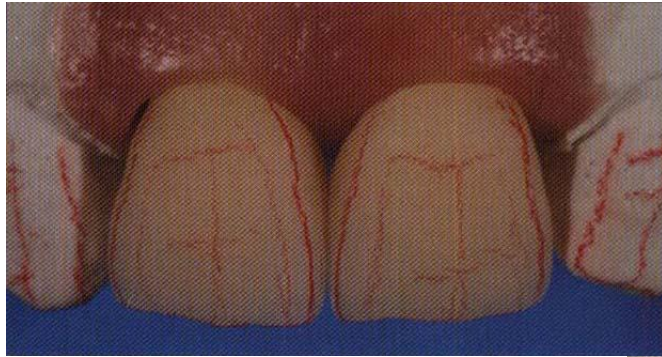
اختيار مساحيق
المؤثرات

Conventional Shade Matching

11

المخبري

• صناعة التعويض وإضافة التفاصيل الظاهرة في الصور.



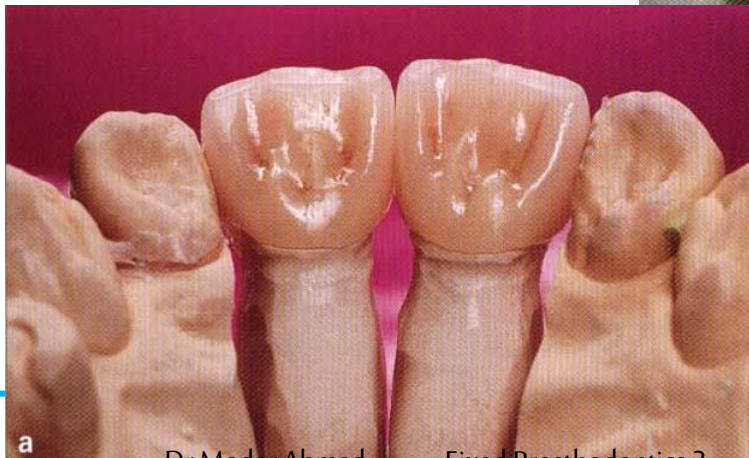
fluorescence
translucency
glazed

waxup Fitted on
the solid
cast

Ceramic
layering

Finished
&
contoured

surface
texture
Created



a

Conventional Shade Matching



12

المخبري

- مقارنة التعويض مع الصور المرجعية والدليل اللوني لإجراء التعديلات اللازمة قبل إرسال التعويض إلى الطبيب

Conventional Shade Matching



13

الطبيب

- التجربة والتأكد من التطابق اللوني تحت ظروف إنارة متعددة (مثلا: ضوء مصحح لونيًا - ضوء النهار الطبيعي).
- في الحالة المعروضة أُعيدت الخطوات: (التحليل، التواصل، الصنع) ثلاث مرات قبل الوصول إلى تماثل لوني مقبول.
- استعمال طرق المطابقة اللونية المعتمدة على التكنولوجيا سيحسن النتائج.

Conventional Shade Matching



13

Post-operative photos



1- Too opaque

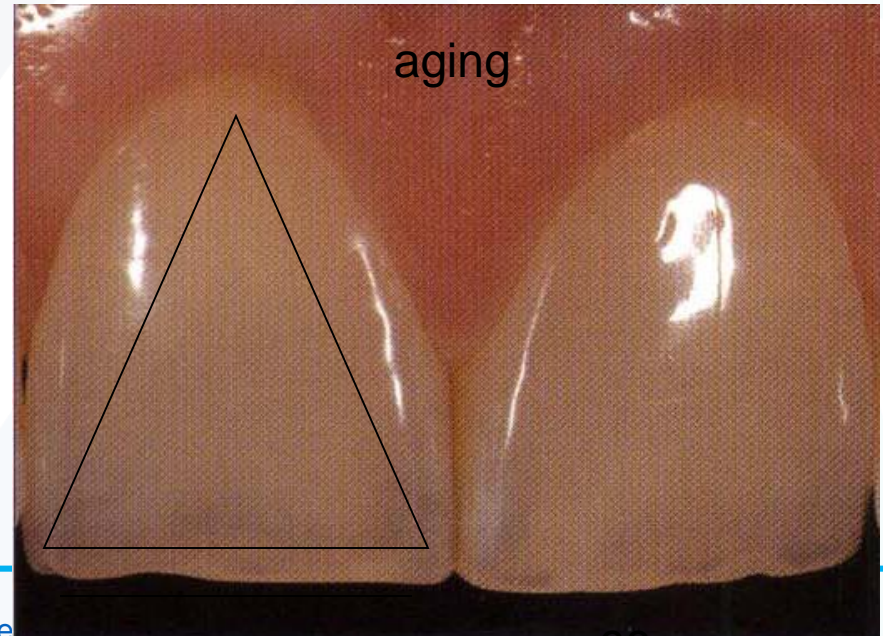
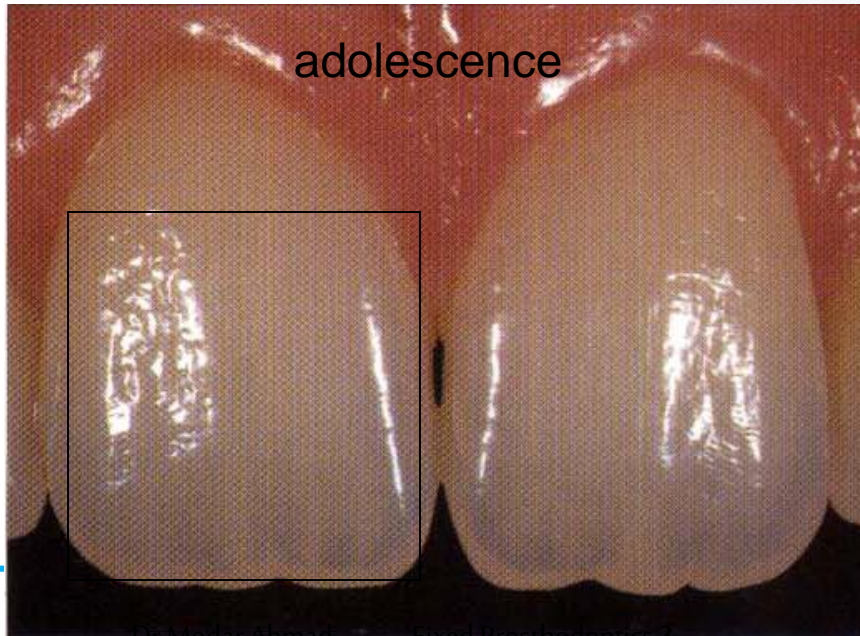
2- Too dark

3- Acceptable match

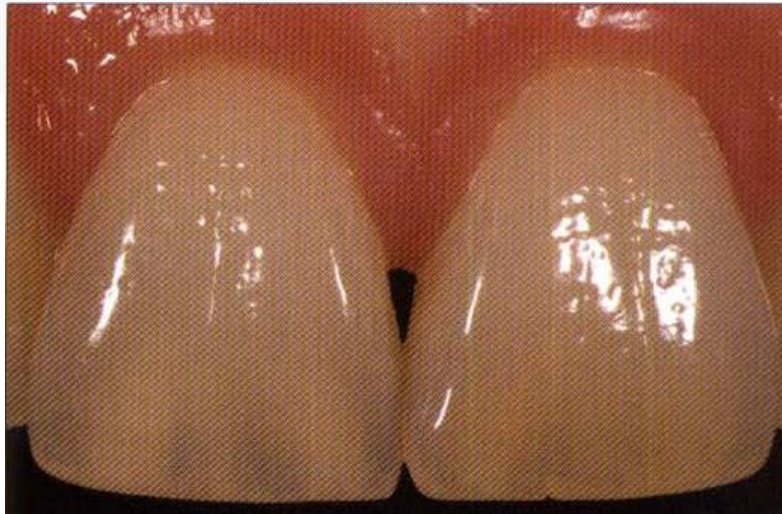
Technology-based Shade Matching

🕸 Fabrication:

- اختيار المواد المعوضة: من أجل المطابقة اللونية + الشفافية والظلال الملائمة.
- مراعاة عمر المريض "بالشكل واللون".



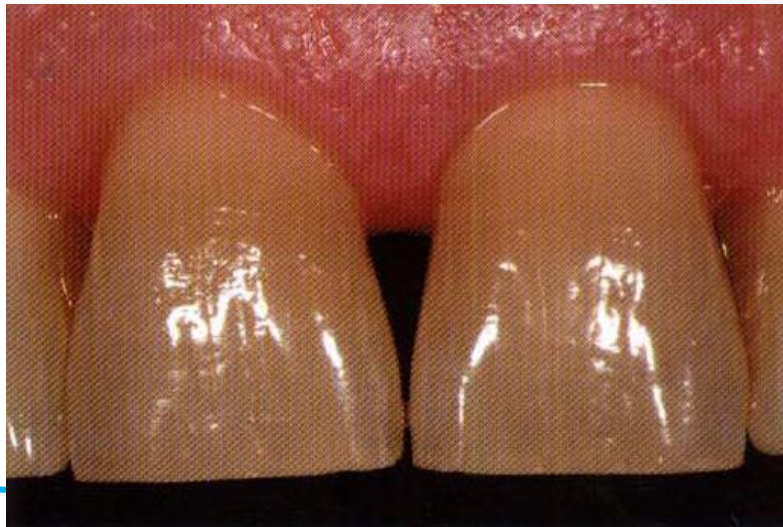
Technology-based Shade Matching



مينا أرق ← ظهور لون العاج أكثر



زيادة التكلس ← ظلالية أعلى



طلابية 1، أعمق .. صبغة أكثر إسباعاً



قيمة ↓ 69 برتقالي ثم مائل للبني

Technology-based Shade Matching



□ Recommended protocol: ShadeVision ®

في العيادة :

- غير وضعية الجهاز من وضعية الانتظار docking station.
- اختر السن المراد قياس لونه من شاشة عرض الجهاز.



1
2

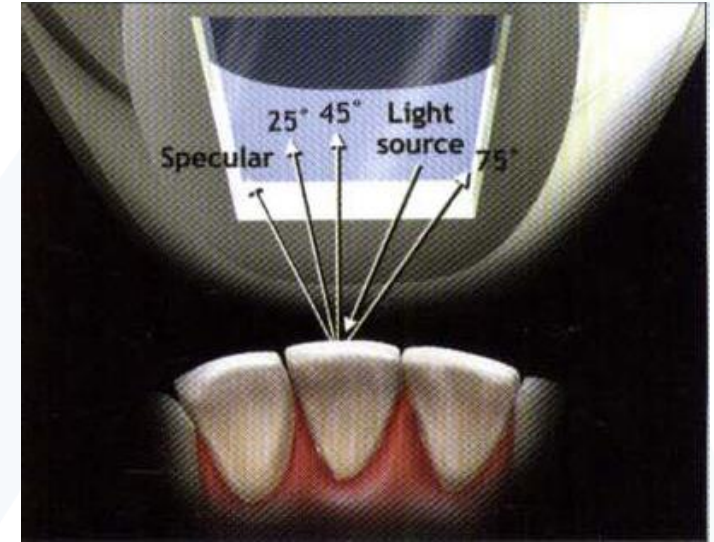
Technology-based Shade Matching

3

في العيادة :

- استعمل الإبهام والسبابة كمرتكز لتوجيه رأس الجهاز مقابل سطح السن.
- تأكد بالنظر من صحة وضعية رأس الجهاز. "مقابل السن والمنطقة اللثوية ملائمًا السن، متمادي ومتطابق مع السن، موازي للمحور الطولي للسن".

4



Technology-based Shade Matching




في العيادة :

• اضغط "Target" على الشاشة.

5

6

• استعمل نافذة العرض لتعديل وضعية الجهاز بينما يعد من 100% ← 0%. ثم انتظر حتى سماع  .

7

• أعد عرض الصورة للتأكد من كونها في مركز الشاشة وغير مشوشة وليس هناك حجب من اللسان أو الشفاه أو الأسنان المقابلة أو أصابع الطبيب.

8

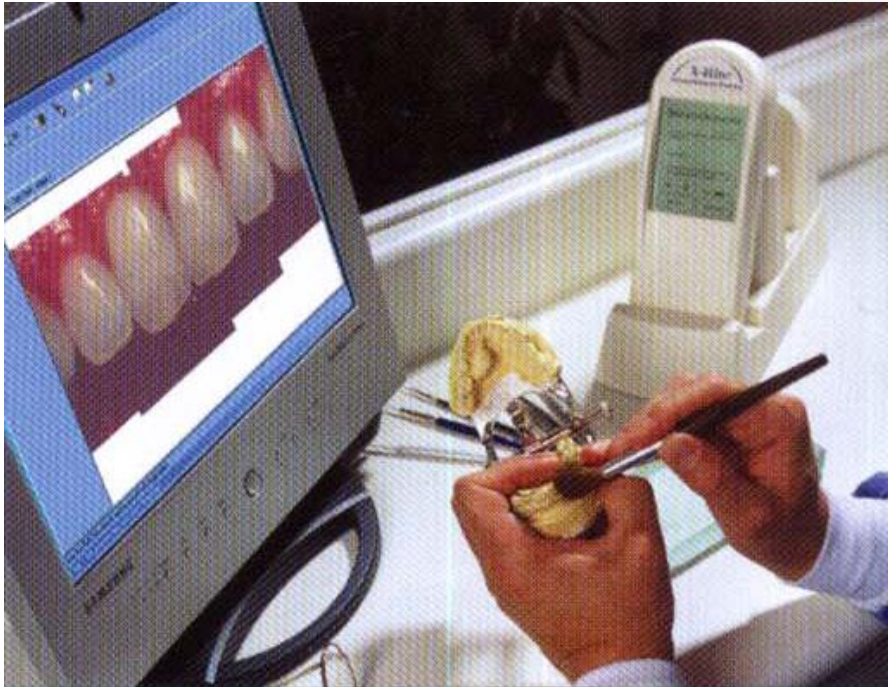
• اضغط "Accept" للمتابعة أو "Cancel" للإعادة.

Technology-based Shade Matching

في المختبر :

10

• يقوم المخبري بتفسير المعلومات اللونية ويصنع التعويض.



بعض الأنظمة تفترض لونًا
أفتح من اللون الذي تم قياسه
حتى يكون هناك خيار زيادة
الكثافة وإنقاص القيمة بعد
التجربة إذا كان فاتحًا جدًا.
ShadeVision لا يملك هذه
الميزة.