



CONSIDERAZIONI

Utilizzo dei LED nell'illuminazione della sala operatoria



CONTENUTO

Background	3
Scopo del documento.....	3
Parametri critici dell'illuminazione in ambito odontoiatrico	4
Intensità luminosa	4
Qualità della luce.....	4
Colore	5
Temperatura di colore correlata	5
Cromaticità	6
Indice di resa cromatica.....	6
Consistenza e uniformità della luce	7
Eliminazione delle ombre.....	7
Compatibilità con i compositi fotopolimerizzanti	8
Altri componenti importanti di una lampada odontoiatrica	9
Considerazioni sull'ergonomia della lampada odontoiatrica.....	9
Acutezza visiva e corretta illuminazione	9
Posizionabilità della lampada.....	10
Utlizzo semplice e intuitivo dei comandi lampada	11
Controllo delle infezioni.....	11
Gestione senza problemi	11
Aspetto	11
Nozioni di base sui LED: vantaggi e svantaggi	12
Vantaggi dei LED nell'illuminazione delle procedure odontoiatriche	12
Svantaggi dei LED nell'illuminazione delle procedure odontoiatriche	13
Bibliografia	14

BACKGROUND

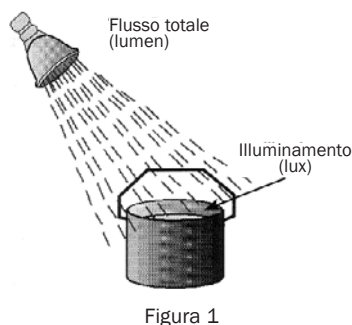
Da qualche decennio a questa parte la tecnologia LED sta rapidamente rimpiazzando le tecnologie di illuminazione più tradizionali (lampade ad incandescenza, a fluorescenza, ecc.) in molti settori e applicazioni. I vantaggi potenziali di una lampada LED quali erogazione di luce di elevata intensità, duttilità per quanto riguarda colore, spettro e intensità, basso calore radiante, durata, dimensioni compatte, basso consumo energetico, rendono la tecnologia molto accattivante.

Negli ultimi cinque anni la qualità e le prestazioni dei LED di fascia alta sono migliorate al punto da rendere questa tecnologia utilizzabile in ambito odontoiatrico. Numerosi sono i produttori di riuniti che oggi sviluppano e commercializzano lampade odontoiatriche LED.

Una corretta valutazione dei prodotti della concorrenza evidenzia, però, che molte lampade odontoiatriche LED non sono ancora in grado di superare le migliori lampade alogene. È tuttavia evidente che la tecnologia LED sta prendendo sempre più piede in campo odontoiatrico, sia per l'interesse dei produttori quanto per la richiesta da parte professionisti del settore. Nei prossimi 5-10 anni i miglioramenti e le innovazioni della tecnologia LED saranno tali da sostituire, parzialmente o totalmente, le lampade alogene nel mercato delle lampade odontoiatriche.

SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è triplice: fornire innanzitutto ai professionisti del settore le informazioni sui requisiti di base dell'illuminazione in ambito odontoiatrico. In secondo luogo spiegare in che modo la tecnologia LED si correla a tali requisiti in termini di vantaggi e compromessi. Terzo e più importante fornire le informazioni necessarie per l'acquisto di lampade odontoiatriche di qualità per lo studio dentistico.



Si tratta essenzialmente del rendimento della sorgente luminosa nella cavità orale.

PARAMETRI CRITICI DELL'ILLUMINAZIONE IN AMBITO ODONTOIATRICO

Prima di tutto, qualsiasi lampada odontoiatrica deve permettere al professionista di erogare il migliore trattamento con il massimo della produttività. A tale scopo la lampada odontoiatrica deve emettere una luce in quantità, di qualità e consistenza adeguate. Questi termini sono, in qualche modo, qualitativi e possono pertanto essere soggettivi. È utile, quindi, descrivere le prestazioni delle lampade odontoiatriche con parametri più obiettivi.

Intensità luminosa

Per illuminazione della cavità orale è utile pensare all'intensità luminosa come alla quantità di luce incidente su una determinata area (figura 1).

Viene indicata in termini di "illuminamento"¹ e si misura in genere in lux (lumen/m²), ma può anche essere rappresentata in candele/m².

Una buona lampada genera tipicamente un fascio di 90–100 mm di altezza e 150–160 mm di larghezza in grado di illuminare completamente la cavità orale senza dover riposizionare la lampada, illuminando inoltre la zona periferica così da ridurre l'affaticamento visivo. I valori di intensità luminosa per la maggior parte delle applicazioni odontoiatriche possono variare da un minimo di 8.000 lux (come la luce utilizzata durante gli interventi conservativi con compositi polimerizzanti) fino a 30.000 lux per gli interventi che interessano la parte posteriore della cavità orale e che impiegano tecniche di visione indiretta e frese raffreddate (ad esempio la fresatura di un secondo molare superiore).

Anche se questo range di illuminamento è piuttosto ampio, è necessario per le procedure più impegnative come l'esempio di cui sopra. È tuttavia importante tenere presente che non tutte le procedure richiedono quantità di luce così elevate e che l'equipe odontoiatrica deve essere attenta a usarne solo quanto necessario all'intervento, preservando così la salute oculare. [\(Per ulteriori informazioni sulla selezione corretta dei livelli di illuminazione, vedere Considerazioni sull'ergonomia di una lampada odontoiatrica, pag. 9.\)](#)

Qualità della luce

La crescente consapevolezza dell'importanza di diagnosi e trattamenti orali insieme alla forte richiesta di trattamenti restaurativi estetici hanno reso i requisiti qualitativi dell'illuminazione odontoiatrica tra i più difficili da soddisfare.

¹ La norma ISO 9680 descrive un'area di 50 mm x 25 mm che deve corrispondere almeno al 75% dell'illuminamento massimo. I fasci di luce forniti da quasi tutti i produttori di lampade odontoiatriche sono tuttavia maggiori in modo da illuminare con più efficacia cavità orale e gote.

La qualità della luce riflessa dalla cavità orale del paziente, cioè quella percepita dall'odontoiatra, non può essere migliore di quella generata dalla sorgente luminosa.

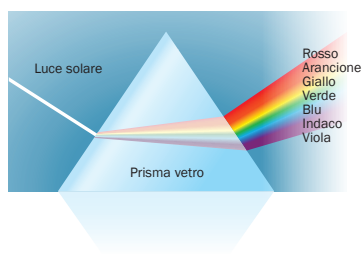


Figura 2



Figura 3

Da sempre dentisti e produttori hanno convenuto che l'illuminazione della cavità orale dovesse essere di colore bianco neutro per permettere una diagnosi corretta e discernere i tessuti integri da quelli malati o danneggiati.

Per queste ragioni i produttori di lampade odontoiatriche hanno cercato di progettare prodotti che simulassero il più possibile la luce solare naturale. Questo perché la luce solare naturale fornisce uno spettro di colori ampio e equilibrato, o distribuzione spettrale di potenza, che l'occhio umano recepisce come ideale per la percezione del "vero" colore di un oggetto. Più una sorgente luminosa si avvicina alla qualità della luce solare, più accuratamente il medico dentista valuterà le condizioni della cavità orale. In altre parole, la luce riflessa dalla bocca del paziente e percepita dal medico può essere al massimo della qualità della luce emessa dalla sorgente luminosa.

Colore

Uno degli obiettivi principali di una lampada odontoiatrica è la resa naturale dei tessuti, obiettivo che viene raggiunto al meglio utilizzando una luce bianca. Va tenuto in considerazione che quello che l'occhio umano percepisce come luce bianca è in realtà luce che contiene una combinazione equilibrata di tutti i colori, vale a dire lunghezze d'onda, della luce visibile. Questo equilibrio di colori è rappresentato dalla distribuzione spettrale di potenza della luce prodotta da una sorgente.

La distribuzione spettrale di potenza (figura 2) può essere paragonata all'impronta digitale per le caratteristiche del colore di una sorgente luminosa. Pur contenendo tutte le informazioni sul colore di una sorgente luminosa, non è uno strumento di facile interpretazione per dare informazioni sull'aspetto globale del colore o la capacità di distinguere i colori quando si utilizzi quella sorgente. Per descrivere meglio le caratteristiche della qualità del colore di una sorgente luminosa, vengono normalmente utilizzati altri parametri: la temperatura di colore correlata, la cromaticità e l'indice di resa cromatica.

Temperatura di colore correlata

Il colore percepito di una sorgente luminosa è spesso descritto dalla temperatura di colore correlata (TCC). Il concetto di temperatura di colore si basa sul fenomeno secondo cui una massa riscaldata fino a raggiungere una temperatura sufficientemente alta, emette luce. Il colore della luce dipende dalla temperatura misurata in gradi Kelvin (K), quindi dalla relazione tra temperatura e colore. La figura 3 mostra questa correlazione per quello che viene definito un corpo nero ideale. Nella realtà la maggior parte delle sorgenti luminose non riproduce perfettamente i colori di un corpo nero ideale, ma ci si può avvicinare con la temperatura di colore correlata.

La TCC della luce bianca neutra è pari a 5.000 K, quindi la maggior parte dei produttori di apparecchiature odontoiatriche forniscono lampade con questo valore o con un valore vicino.

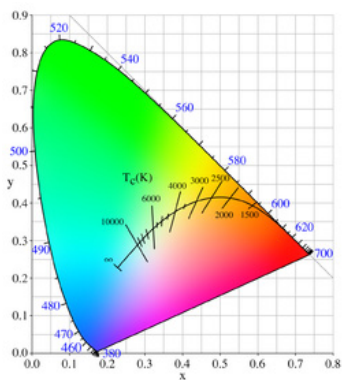


Figura 4

Alcune considerazioni importanti riguardo la temperatura di colore, in quanto questo parametro può essere fuorviante per una serie di ragioni. In primo luogo, è opinione comune credere che una sorgente luce "lavori" effettivamente a questa temperatura. Non sempre è così. Il tungsteno ha il punto di fusione più elevato di tutti gli elementi metallici, 3.695 K. In secondo luogo i colori nel rosso vengono spesso definiti come "caldi" mentre i colori nel blu come "freddi". Paradossalmente la luce blu ha una TCC più elevata di quella rossa.

La TCC è un parametro utile per caratterizzare il modo in cui la luce viene percepita come calda o fredda, ma il valore in sé non fornisce informazioni complete sulla qualità del colore della luce. Questa condizione è vera soprattutto per le sorgenti luminose, LED inclusi, che non si basano sul riscaldamento di un filamento fino all'incandescenza, in quanto il colore può deviare sostanzialmente dal colore prodotto da un corpo nero ideale.

Cromaticità

Dal momento che le lampade LED non si comportano alla stessa maniera delle sorgenti a incandescenza, non basta la TCC a descrivere in maniera completa il colore della luce bianca. È pertanto utile servirsi delle coordinate della cromaticità.

A differenza della TCC, che è limitata ai colori emessi da un corpo nero ideale, la cromaticità abbraccia tutti i colori. Esistono diversi diagrammi bidimensionali della cromaticità, dove ciascuna coppia di coordinate definisce un colore univoco. Un tipo molto diffuso è il sistema di coordinate cromatiche (x, y), illustrato nella figura 4. Se si specificano un valore per x e un valore per y, è possibile definire con precisione un colore.

Tenete presente che nella figura è compresa anche una linea curva che rappresenta i colori generati da un corpo nero ideale. Le brevi linee rette rappresentano le linee lungo cui la TCC rimane costante. Dalla figura si rileva inoltre come la TCC può essere insufficiente per descrivere la qualità del colore. Si prenda in considerazione la linea dei 6.000 K. Nel punto di intersezione con la curva del corpo nero ideale, il colore è quasi bianco. Spostandosi in alto lungo la linea 6.000 K, la luce è verdognola, mentre si ha una luce rosata verso il basso.

Le coordinate cromatiche offrono una descrizione più dettagliata del colore di una sorgente luminosa rispetto alla CCT. Uno dei limiti delle coordinate cromatiche è che, in assenza di un diagramma quale l'esempio della figura 4, risulta difficile capire quale sia il colore rappresentato da una determinata coppia di coordinate.

Indice di resa cromatica

Mentre la TCC e la cromaticità mirano a caratterizzare l'aspetto del colore di una sorgente luminosa, l'indice di resa cromatica (IRC) fornisce la misura di come una sorgente luminosa riproduca i colori di vari oggetti rispetto a una sorgente luminosa ideale o naturale. Come citato in precedenza, la luce solare contiene tutti i colori della luce, ovvero le lunghezze d'onda, a un livello tale da



IRC elevato
Sorgente

IRC basso
Sorgente

Figura 5

rapresentare con precisione tutti i colori riflessi da un oggetto. In altre parole: la componente rossa della luce solare bianca ci permette di percepire tutte le sfumature di tono, sia che si tratti dei rossi presenti nel tessuto gengivale che della vasta gamma di colori di un sorriso (figura 5).

Si ritiene che la luce solare abbia la resa cromatica perfetta e un IRC di 100. Ne consegue pertanto che una lampada odontoiatrica dovrebbe avere un IRC (oltre al colore e illuminamento appropriati) in grado di offrire la percezione più accurata delle condizioni della cavità orale.

Lampade tradizionali, quali la lampada A-dec 6300, con lampadina alogena al quarzo e parabole dicroiche, possono raggiungere costantemente IRC superiori a 95. Le lampade odontoiatriche LED difficilmente raggiungono valori di IRC equivalenti. A conferma di ciò sul mercato si trovano sempre più prodotti con un valore pari a 90 o superiore accanto a lampade con IRC inferiore a 80 a 5.000 K.

Considerata l'elevata adattabilità dell'occhio umano, l'effetto clinico dell'utilizzo di una lampada con un IRC inferiore non è del tutto chiaro, anche se le ricerche confermano che le lampade con IRC maggiore (ovvero ~90 o superiore) rendono i tessuti della cavità orale con più completezza e precisione.

Consistenza e uniformità della luce

La consistenza del fascio luminoso (figura 6) è un'ulteriore discriminante delle prestazioni di una lampada. Riguardo all'illuminamento, il fascio di luce deve avere una regione centrale chiara e uniforme che illumini in modo consistente la zona di interesse.

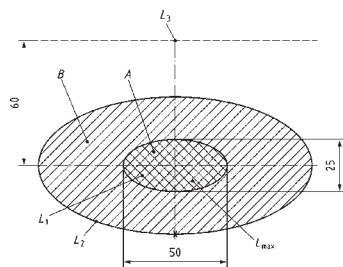


Figura 6

Forma del fascio di luce in base
a ISO 9680:2007

A Area di illuminazione interna

B Area di illuminazione esterna

Ai bordi del fascio, i livelli di illuminamento devono sfumarsi gradualmente per limitare l'affaticamento dell'occhio, che sarebbe altrimenti costretto a mettere continuamente a fuoco passando da zone maggiormente illuminate a zone decisamente meno. ([Vedere inoltre Considerazioni sull'ergonomia di una lampada odontoiatrica, pag. 9.](#))

Come considerazione aggiuntiva il fascio prodotto dalla lampada deve evitare l'abbagliamento del paziente. La direttiva ISO Standard, ISO 9680, specifica che la luce diretta o diffusa in corrispondenza della linea di 60 mm dal centro del fascio (ovvero la distanza approssimativa tra la cavità orale e la linea centrale orizzontale degli occhi) non deve superare 1.200 lux. Una buona lampada odontoiatrica deve raggiungere valori bene al di sotto di questa soglia, anche se non tutte le lampade, incluse alcune LED, soddisfano questo requisito.

Eliminazione delle ombre

Una lampada odontoiatrica deve fornire un effetto scialitico eccellente per consentire una postura corretta dell'equipe odontoiatrica e migliorare la produttività. La testa della lampada deve essere progettata in modo tale che un'ostruzione parziale del fascio luminoso non generi un'ombra eccessiva o riduca notevolmente l'illuminazione con conseguenti rallentamenti nel

La sorgente luminosa dovrebbe allargarsi fino ad almeno 150 mm per ottenere un effetto "stadio" con il fascio luminoso.

lavoro dell'equipe odontoiatrica, riposizionamenti della lampada o assunzioni di posture inadeguate.

Per ottenere un buon effetto scialitico, la testa della lampada odontoiatrica deve essere abbastanza ampia in entrambe le direzioni, orizzontale e verticale, così da garantire che oggetti ostruenti (quali un manipolo o una mano) non generino ombre invadenti. Alla distanza standard di 700 mm tra la testa della lampada e la cavità orale, la sorgente luminosa dovrà allargarsi ad almeno 150 mm per ottenere un effetto "stadio" con il fascio luminoso. Questo effetto può essere ottenuto con una parabola riflettente sufficientemente larga o tramite un'ampia distribuzione di celle luminose.

Compatibilità con i compositi fotopolimerizzanti

L'odontoiatria moderna ha assistito a un'esplosione nell'uso di materiali fotoattivati. Soprattutto le resine composite fotopolimerizzate si sono largamente diffuse in virtù dell'aspetto estetico naturale, della migliore facilità di applicazione e della maggiore resistenza e durata senza andare incontro ai problemi dell'amalgama a base di mercurio.

Il canforochinone è il fotoiniziatore più comunemente utilizzato nei materiali compositi fotopolimerizzabili (restaurazioni con compositi, composti sigillanti, adesivi per apparecchi ortodontici, ecc.). Dato che il canforochinone polimerizza con luce blu (luce visibile al di sotto di una lunghezza d'onda di 500 nm), una lampada odontoiatrica con luce bianca brillante potrebbe comportare una polimerizzazione prematura. Questo perché la luce bianca contiene naturalmente luce nello spettro del blu. Una polimerizzazione prematura può compromettere gli interventi di odontoiatria restaurativa (vuoti o difetti) oppure il medico dentista potrebbe essere costretto a rimuovere il composito e ricominciare.

La diffusione dei prodotti odontoiatrici fotopolimerizzanti richiede un'elevata compatibilità della lampada odontoiatrica con questo tipo di materiali. Le lampade odontoiatriche alogene hanno una qualche forma di regolazione dell'intensità per consentire all'utente di ridurre la potenza. Anche se questo approccio può prolungare i tempi di polimerizzazione, non elimina completamente il rischio di una reazione precoce. Ne risulta che molti medici dentisti finiscono con l'allontanare o spegnere la lampada piuttosto che correre rischi.

La tecnologia LED è particolarmente adatta per risolvere questo tipo di problema. Qualsiasi luce bianca, LED compresi, contiene una componente blu che può attivare la polimerizzazione. Il fatto che più LED possano essere utilizzati sulla testa di una lampada consente di avere una modalità che riduca (combinando LED multicolore) o elimini completamente (utilizzando filtri o LED non bianchi) la componente blu del fascio luminoso. In questo caso la luce non sarà ovviamente bianca, ma consentirà al dentista di lavorare con un'elevata intensità luminosa durante i passaggi critici degli interventi restaurativi.

ALTRI COMPONENTI IMPORTANTI DI UNA LAMPADA ODONTOIATRICA

La qualità della luce è certamente la caratteristica principale di qualsiasi lampada odontoiatrica, ma una lampada odontoiatrica ottimale deve soddisfare anche altre necessità dell'equipe odontoiatrica e dell'ambiente. Ergonomia, asepsi, gestione semplice, estetica contribuiscono, insieme, ad aggiungere valore a una lampada odontoiatrica.

CONSIDERAZIONI SULL'ERGONOMIA DELLA LAMPADA ODONTOIATRICA

La moderna odontoiatria è giunta a riconoscere l'impatto fondamentale che l'ergonomia ha sul medico dentista. Nel fornire cure e trattamenti dentali eccellenti, i medici dentisti sono sovente costretti a sacrificare una postura corretta per avere una visione migliore all'interno della cavità orale. Le conseguenze di posture errate saranno dolori cronici, ridotta produttività e una carriera più corta. La lampada odontoiatrica svolge un ruolo importante a questo riguardo e la sua progettazione deve quindi essere focalizzata all'ottimizzazione di visione e postura.

Acutezza visiva e corretta illuminazione

Come già affermato in precedenza, il fascio di luce deve innanzitutto illuminare la cavità orale, favorendo così una buona postura e riducendo al minimo la necessità di riposizionare la lampada. Verificate queste condizioni, la lampada odontoiatrica deve fornire un'illuminazione adeguata alle esigenze del singolo utilizzatore e della specifica applicazione.

Livelli adeguati di illuminazione delle lampade odontoiatriche sono stati al centro di numerosi dibattiti e ricerche. È opinione assai diffusa tra i professionisti del settore che una quantità maggiore di luce fornisca in genere un'acuità visiva migliore (ovvero la capacità di percepire con precisione le condizioni dei vari tessuti della cavità orale). Una quantità maggiore di luce non è tuttavia necessariamente correlata a un'acuità visiva migliore, in quanto l'occhio umano si adatterà naturalmente al livello di luce (Calleja & Hernandez, 1998).

Fattori quali età, genere ed etnicità possono influenzare le esigenze dell'utente in fatto di "adeguatezza" dell'illuminazione. Allo stesso modo, la specificità della procedura odontoiatrica influenza i livelli di illuminazione desiderati. Ad esempio, un dentista uomo di 60 anni con occhi scuri che deve intervenire nell'area posteriore della bocca potrebbe richiedere una quantità maggiore di illuminazione rispetto a una dentista donna di 35 anni con occhi chiari che usa la luce diretta mentre esegue interventi restaurativi nella parte anteriore. L'uso di sistemi galileiani e prismatici illuminati, manipoli a fibra ottica aumentano la quantità di luce riflessa o diretta verso l'operatore.

È pertanto essenziale che la lampada odontoiatrica consenta di regolare l'intensità luminosa così da erogare solo la quantità di luce necessaria a seconda delle esigenze richieste dall'utente e dal tipo di procedura.

Vale la pena notare che le lampade odontoiatriche LED si contraddistinguono per un vantaggio particolare rispetto alle lampade alogene per quanto riguarda la regolazione dell'intensità luminosa: il livello di illuminazione può essere regolato senza modificare il colore del fascio luminoso. Al contrario le lampade alogene cambiano il colore al variare del livello di illuminazione. Il vantaggio per l'utente consiste nel mantenimento del colore, quando viene scelto un livello inferiore di intensità luminosa.

Riepilogando: la lampada odontoiatrica deve consentire di selezionare facilmente il livello più basso di illuminamento che soddisfi al contempo le esigenze dell'utente e i requisiti della specifica procedura. In questo modo l'affaticamento visivo verrà ridotto e la produttività migliorata.

Posizionabilità della lampada

Macroposizionamento della lampada. La lampada deve poter essere spostata e riposta agevolmente rispetto alla posizione di riposo.

La lampada odontoiatrica deve poter essere facilmente collocata in un range sufficiente ampio di posizioni da illuminare adeguatamente tanto l'arcata dentale superiore che quella inferiore, sia con pazienti in posizione supina o seduta e anche per i pazienti su sedia a rotelle che non possano essere spostati sulla poltrona.

Un'ultima nota sul macroposizionamento della lampada: il range di posizionabilità dovrebbe consentire all'utente di spostare la lampada da 15 gradi fino a oltre 90 gradi, cioè in linea con il raggio visivo dell'operatore, per migliorare il posizionamento ergonomico quando vengono impiegati gli occhiali ad ingrandimento, la luce indiretta e la visione indiretta.

Microposizionamento della lampada a tre assi di rotazione. Anche se alcuni medici utilizzano lampade a due assi di rotazione, da un punto di vista ergonomico è preferibile una lampada a tre assi. Il terzo asse consente di posizionare la lampada in obliquo rispetto alla linea centrale del paziente. Ciò consente di ottenere un'illuminazione priva di ombre nella bocca e permettere al dentista di spostare la testa durante il trattamento senza generare ombre. Ne risulta una postura e una visione migliori.

Per concludere, una lampada odontoiatrica dovrebbe funzionare così bene da non richiedere frequenti aggiustamenti della sua posizione. Nel caso fossero necessari, dovrebbero essere assolutamente intuitivi e con il minimo sforzo. Nonostante la tecnologia LED abbia reso possibile lo sviluppo di lampade odontoiatriche di eccellente posizionabilità, non tutti i modelli hanno realmente questa caratteristica.

Per ridurre l'affaticamento visivo e aumentare la produttività, una lampada odontoiatrica deve consentire di selezionare facilmente il livello minimo di intensità soddisfacendo al contempo le esigenze dell'utente e assicurando prestazioni ottimali per lo specifico intervento.

Si dovrebbe potere accendere la lampada senza necessità di toccarla e senza costringere il medico dentista a distogliere lo sguardo dalla cavità orale.

Utilizzo semplice e intuitivo dei comandi lampada

Come discusso in precedenza, la tecnologia LED consente di comandare la lampada in modo da supportare al meglio le procedure odontoiatriche (ad esempio intensità luminosa, modalità composito). Eppure i dentisti, giustamente focalizzati sulla cavità orale, ignorano i vantaggi di poter modificare le modalità di illuminazione.

Idealmente, si dovrebbe poter accendere la lampada senza toccarla e senza costringere il medico dentista a distogliere lo sguardo dalla cavità orale.

Controllo delle infezioni

Benchè la tecnologia LED abbia chiaramente il potenziale per migliorare l'illuminazione in campo odontoiatrico, è importante tenere presente che le nuove progettazioni devono soddisfare i rigorosi protocolli di pulizia e disinfezione dei moderni ambienti dentistici.

Le superfici di contatto devono essere minimizzate, ove possibile, senza compromettere posizionamento e attivazione intuitivi. La lampada deve avere una forma facile da pulire e semplice da proteggere con barriere per consentire fra un intervento e il successivo.

Gestione senza problemi

La progettazione deve garantire un prodotto affidabile e robusto e richiedere interventi minimi di manutenzione. Una lampada LED ben progettata non richiederà mai la sostituzione degli stessi LED, non avrà bisogno di ventole, interruttori termici.

Le riparazioni e le regolazioni devono essere semplici, veloci ed economiche.

Aspetto

Al paziente sdraiato sulla poltrona, pochi altri oggetti della sala operatoria salteranno più all'occhio. È quindi essenziale che la lampada abbia un design che trasmetta professionalità. Forme semplici e linee accurate comunicano un aspetto sofisticato, altamente tecnologico che influisce sull'esperienza complessiva della sala operatoria. E poiché la lampada odontoiatrica deve durare 10–20 anni, il design deve mantenere il suo aspetto nel tempo.

Le superfici visibili, in particolare elementi quali la calotta di protezione o la parabola, devono essere facili da pulire o da proteggere con barriere senza evidenziare segni o macchie che possono creare una percezione fastidiosa agli occhi del paziente.

NOZIONI DI BASE SUI LED: VANTAGGI E SVANTAGGI

Come tutte le nuove tecnologie che tentano di rimpiazzare una tecnologia dominante, ci sono vantaggi e svantaggi da considerare. Il passaggio dalle lampade alogene al quarzo ai LED da quelle basate su lampadine alogene al quarzo non fa eccezione.

Vantaggi dei LED nell'illuminazione delle procedure odontoiatriche

Maggiore quantità di luce con minor consumo energetico. In fatto di produzione di luce, i LED sono di gran lunga più efficienti. La tecnologia si è così evoluta da permettere di ottenere una quantità di luce superiore riducendo considerevolmente l'energia elettrica. Una lampada odontoiatrica alogena richiede 100 W per erogare ~24.000 lux. Per contro, una lampada LED può erogare il 25% in più di luce consumando un quinto dell'energia. La tendenza a impiegare i LED, nettamente più efficienti, è destinata a continuare nel futuro prossimo. Anche se nessun dentista è disposto a sacrificare le prestazioni della lampada solo per ridurre il consumo energetico, il contenimento delle spese, nonché i vantaggi a livello di sostenibilità sono senz'altro apprezzati.

Durata lunga senza sostituzione della lampadine. Anche le migliori lampadine ad incandescenza hanno una durata limitata e sono soggette a bruciarsi, a volte durante un intervento. Ne conseguono perdite di produttività e spese. Le lampade LED offrono invece un funzionamento privo di guasti per tutto il ciclo di vita del prodotto, ovvero 40.000 ore di utilizzo stimate in oltre 20 anni. Queste condizioni si realizzano soprattutto quando la lampada è progettata con un'efficace dissipazione termica e una regolazione bilanciata dell'energia ([vedere "Dissipazione termica" in Svantaggi, pag. 13](#)). Inoltre i LED sono intrinsecamente più resistenti rispetto alle lampadine a incandescenza.

Assenza di calore radiante. Le lampade LED non producono calore radiante, il che significa assenza degli effetti da "surriscaldamento della lampada". L'equipe odontoiatrica eviterà quindi di sudare pur operando con l'abbigliamento protettivo, quali guanti, occhiali, maschera e camice. Ne risulta un ambiente di lavoro più confortevole e produttivo.

I vantaggi sono anche più marcati in cliniche di grandi dimensioni o strutture ospedaliere dove molte lampade funzionano in contemporanea. I joule prodotti dalle lampade alogene possono aumentare in modo significativo la temperatura della sala operatoria.

Ulteriori vantaggi dell'utilizzo delle lampade odontoiatriche. Come già esposto nelle sezioni precedenti, i LED sono in grado di erogare più luce in maniera più efficiente, migliorare l'ergonomia e agevolare procedure quali gli interventi restaurativi con compositi.

Per prolungarne la durata, è necessario che la giunzione del LED sia progettata per dissipare il calore.

Svantaggi dei LED nell'illuminazione delle procedure odontoiatriche

Dissipazione termica. Anche se i LED non producono calore radiante (o luce infrarossa) al di fuori dello spettro visibile, il riscaldamento *viene* prodotto a livello della giunzione del LED. La mancata dissipazione del calore riduce considerevolmente la durata del LED, in quanto il surriscaldamento provoca guasti al livello della giunzione del diodo.

Raggruppare più LED insieme (un metodo scelto da alcuni produttori) aggrava il problema della dissipazione termica che può richiedere un raffreddamento attivo, come ventole e interruttori termici, che a loro volta limitano robustezza e affidabilità.

Le lampade LED che mantengono basse temperature di giunzione evitando evitando cluster di LED e un raffreddamento attivo, sono intrinsecamente migliori dal punto di vista della dissipazione termica.

Indice di resa cromatica. Anche se gli indici di resa cromatica delle lampade LED migliorano col progredire della tecnologia, sono tuttavia le lampadine alogene al quarzo accoppiate a parabole dicroiche ad offrire le prestazioni migliori (possono raggiungere valori di IRC maggiori di 97). Alcune lampade LED si avvicinano tuttavia così tanto per prestazioni che la maggior parte dei dentisti non è in grado di apprezzare la differenza. Ciononostante il medico dentista dovrebbe valutare direttamente le lampade odontoiatriche e prendere una decisione in base alle proprie preferenze.

Costo iniziale. Le lampade a LED in grado di reggere il confronto con (o superare) le prestazioni dalle lampadine a incandescenza richiedono livelli tecnologici e perfezionamenti molto avanzati. I LED devono essere montati su una scheda elettronica e attivati elettronicamente da una scheda di alimentazione. I requisiti in termini di prestazioni luminose comportano inoltre una gestione ottica e termica più impegnativa.

La sostituzione dell'illuminatore LED (se necessaria) è molto costosa.

I LED sono giustamente noti per la loro longevità. Va tuttavia ricordato che in presenza di un guasto, come il surriscaldamento, costi e tempi di riparazione saranno considerevolmente superiori rispetto a quelli della semplice sostituzione di una lampadina a incandescenza.

**Sede centrale A-dec**

2601 Crestview Drive
Newberg, Oregon 97132
USA

Tel: 1.800.547.1883
(solo Stati Uniti e Canada)
Tel: +1.503.538.7478
(fuori da Stati Uniti/Canada)
Fax: +1.503.538.0276
a-dec.com

Centri di distribuzione internazionali**A-dec Australia**

Unit 8, 5-9 Ricketty Street
Mascot, NSW 2020
Australia
Tel: 1.800.225.010 (solo Australia)
Tel: +61.(0)2.8332.4000
(fuori dall'Australia)
Fax: +61.(0)2.9699.4700
a-dec.com.au

A-dec Regno Unito

Austin House, 11 Liberty Way
Nuneaton, Warwickshire CV11 6RZ
Inghilterra
Tel: 0800 ADECUK (233285)
(solo Regno Unito)
Tel: +44.(0)24 7635 0901
(fuori dal Regno Unito)
Fax: +44.(0)24.7634.5106
a-dec.co.uk

BIBLIOGRAFIA

Calleja, F. R., & Hernandez, A. (1998). Conditions Required for Visual Comfort. In J. M. Stellman, *Encyclopaedia of occupational health and safety, Volume II*. Geneva: International Labour Organization.

Chu, S. J., Devigus, A., & Mieleszko, A. (2004). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry*. Carol Stream, Illinois, USA: Quintessence Publishing Co, Inc.

Technical Committee ISO/TC 106, Dentistry, Subcommittee SC 6, Dental. (2007). ISO 9680: Dentistry - Operating Lights. Switzerland: ISO Copyright Office.

van Boheeman, J., Albayrak, A., Molenbroek, J., & de Ruijter, R. (2009). Adequate Dental Task Lighting. *Tijdschrift voor Ergonomie*, 14-21.

van Boheeman, J., Albayrak, A., Molenbroek, J., & de Ruijter, R. (2008). Design of a Dental Operating Light. Delft, The Netherlands: Delft University of Technology.

Wikipedia. (n.d.). *Color_Temperature*. Ricerca 2011, da http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature

Wikipedia. (n.d.). *Dichroic_Filter*. Ricerca 2011, da Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Dichroic_filter

Wikipedia. (n.d.). *Illuminance*. Ricerca 2011, da Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Illuminance>

Wikipedia. (n.d.). *Tungsten*. Ricerca 2011, da Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/Tungsten>

Young, J. M. (1987). Intraoral dental lights: Test and evaluation. (L. J. Boucher, Ed.) *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 57 (1).