

Evaluation de l'efficacité des lampes à photopolymériser les composites : enquête auprès de 100 praticiens**Evaluation of the curing light units effectiveness : a survey among 100 practitioners**

A. Kikly Boussetta¹, S. Jaafoura², W. Jouini³, S. Sahtout¹, L.Bhourri¹

1. Service d'Odontologie Conservatrice et Endodontie, Clinique Hospitalo-universitaire de Médecine Dentaire de Monastir, Monastir 5000, Tunisie.
2. Laboratoire de Biomatériaux, Faculté de Médecine Dentaire de Monastir, Université de Monastir, Monastir 5000, Tunisie.
3. Médecin dentiste de libre Pratique

Correspondance : Dr Amira Kikly, AHU, service d'Odontologie Conservatrice et Endodontie, Clinique Hospitalo-universitaire de Médecine Dentaire de Monastir/ Tunisie.
Email: kiklyamira@hotmail.fr

Résumé:

Introduction : L'objectif de notre enquête est de Collecter des informations concernant les lampes à photopolymériser et les moyens utilisés pour les entretenir, tester la densité de puissance des lampes à photopolymériser, prospector les facteurs influençant l'efficacité clinique des lampes à photopolymériser et enfin proposer des recommandations pour une photopolymérisation optimale. **Matériel et méthode :** Notre enquête a concerné cinq gouvernorats : Tunis, Ben Arous, Ariana, Manouba et Nabeul sans aucun critère de choix. Ceci nous a permis de recueillir un échantillon de 100 praticiens de libre pratique. Nous avons remplis 100 fiches d'enquête et testé nous-mêmes 100 lampes à photopolymériser pour éliminer les erreurs liées aux enquêteurs. L'enquête a été menée au moyen d'un radiomètre et d'un questionnaire. Les données ont été traitées par le logiciel «Microsoft Excel 2007» **Résultats :** Nous avons retrouvé que 37% des lampes testées sont estimées inadéquates puisque la densité de puissance est inférieure à 300mW/cm². Seulement 8% délivrent des densités acceptables entre 300 et 400mW/cm². La polymérisation est adéquate pour 55% des praticiens avec une densité supérieure à 400 mW/cm². La moyenne d'âge des lampes est de 7 ans. Environ 28% des praticiens n'entretiennent jamais leurs lampes et 30% n'ont jamais changé l'ampoule des lampes halogènes. **Discussion :** Le choix d'un guide de lumière est directement en relation avec l'acte clinique à réaliser. Les radiomètres sont principalement utilisés pour détecter la baisse de densité de puissance des lampes à photopolymériser de sorte que le praticien peut réagir si nécessaire. Une densité de puissance entre 300 et 400 mW/cm² peut être réajustée par une augmentation du temps d'insolation. **Mots clés :** Photopolymérisation / Restauration /Résine composite / Collage

Abstract :

Introduction : The main objective of this work is to collect information about curing light units and means used to maintain them, to test their power density, explore the factors influencing the clinical efficiency of curing light units And finally propose recommendations for optimum photopolymerization. **Material and method:** Our survey concerned five

governorates: Tunis, Ben Arous, Ariana, Manouba and Nabeul without any criterion of choice. This allowed us to collect a sample of 100 practitioners of free practice. We have completed 100 survey forms and tested 100 light curing units ourselves to eliminate errors due to the diversity of the staff. The survey was conducted using a radiometer and a questionnaire. Data was explored using «Microsoft Excel 2007 software». **Results:** We found that 37% of the tested curing light units have been estimated inadequate since their power densities is less than 300 mW/cm². Besides, 8% have delivered acceptable densities (between 300 and 400 mW/cm²). The polymerization has been adequate for 55% of dentists with an intensity greater than 400mW/cm². The average age of the light curing units has been 7 years. Only 28% of practitioners have never maintained their light curing units and 30% have never changed the bulb of halogen curing light units. **Discussion:** The choice of a light guide is directly related to the clinical act to be performed. Radiometers are mainly used to detect decrease in power density of light curing units so that the practitioner can react if necessary. A power density between 300 and 400 mW/cm² can be readjusted by increasing the exposure time.

Keywords: Curing Lights, Dental / Dental restoration, Permanent / Composite resins / Dental Bonding

Introduction : La photopolymérisation a apporté au clinicien un formidable degré de liberté en lui permettant un temps de travail illimité et la possibilité de figer la forme donnée au matériau de manière instantanée. Les performances cliniques d'une résine composite photopolymérisée dépendent de la qualité de la photopolymérisation et, par conséquent, du type de source lumineuse utilisée. Il existe actuellement de nombreuses lampes sur le marché. Elles sont différentes selon la technologie employée, leur conception, leur ergonomie et leur coût. La classification la plus simple de ces générateurs de lumière repose sur le mode de production des rayons lumineux. Depuis la fin des années 70, les lampes halogènes ont fait leur apparition et se sont très vite généralisées dans le domaine de l'odontologie. Elles ont été appréciées pour leur efficacité et leur simplicité d'utilisation. Mais à la fin des années 90, des générateurs lasers et à arc plasma (PAC : Plasma Arc Curing) émettant un faisceau lumineux de haute énergie (>à 1000 mW/cm²) ont été proposés en alternative aux lampes halogènes afin de limiter le temps d'exposition. Cependant, très rapidement, cette technologie a montré ses limites et ses défauts comme l'impossibilité de photopolymériser certains adhésifs et composites ou encore une production importante de chaleur. Dans les années 2000, les lampes à diodes électroluminescente (LED) ont fait leur apparition et semblent bénéficier des avantages des autres types de lampes à photopolymériser sans leurs inconvénients.

Afin d'évaluer les lampes à photopolymériser et avoir une idée sur la qualité des restaurations à la résine composite, les enquêtes ont débuté depuis 1994 en Amérique et se sont poursuivies dans le monde entier. L'objectif de notre enquête est de collecter des informations concernant les lampes à photopolymériser et les moyens utilisés pour les entretenir, tester la densité de puissance des lampes à photopolymériser, prospecter les facteurs influençant leur efficacité clinique et enfin proposer des recommandations pour une photopolymérisation optimale.

Matériel et méthode : Notre enquête a concerné cinq gouvernorats : Tunis, Ben Arous, Ariana, Manouba et Nabeul sans aucun critère de choix. Ceci nous a permis de recueillir un échantillon de 100 praticiens de libre pratique. Nous avons noté parmi les 100 praticiens

consultés 2 spécialistes en orthodontie et 98 omnipraticiens. Notre enquête s'est déroulée durant 4 semaines débutant au mois d'octobre dans le gouvernorat de Nabeul puis dans le grand Tunis. Nous avons prévu de visiter une moyenne de 5 dentistes par jour. Avec leurs collaborations nous avons remplis 100 fiches d'enquête et avons testé nous-mêmes 100 lampes à photopolymériser pour éliminer les erreurs liées aux enquêteurs. Pour des raisons de précision nous avons insisté à réaliser trois mesures pour chaque appareil et retenir celle répétée ou la moyenne des mesures. Nous avons fait des entretiens de 20 minutes en moyenne par praticien et ceci après avoir fait une analyse bibliographique et avoir consulté plusieurs revues de la littérature et des enquêtes similaires au monde. Nous avons noté toute information ou explication qui nous a semblé intéressante et utile pour l'interprétation des résultats. L'enquête a été menée au moyen d'un radiomètre et d'un questionnaire. Le radiomètre utilisé au cours de l'enquête est de type « **Bluephase Meter** » de la société **Ivoclar vivadent**. (Fig.1) Il permet de déterminer l'intensité lumineuse des lampes LED, halogènes ou à arc plasma. Le processus de mesure est simple et très facile à utiliser : nous avons placé l'embout lumineux exactement sur le capteur au moyen d'un gabarit de centrage, nous avons par la suite allumé la lampe et lu l'intensité lumineuse sur l'écran. Les données ont été traitées par le logiciel «Microsoft Excel 2007».



Fig.1 : Radiomètre
« Bluephase Meter »

Résultats : - Presque la moitié des praticiens soit 53% possèdent des lampes LED. 39% possèdent des lampes halogènes et le reste qui représente 8% continue à faire usage des lampes de type plasma. (Fig.2)

- Seulement 55% des praticiens disposent de lampes qui assurent une photopolymérisation efficace en tenant compte du facteur de puissance minimale indispensable qui doit être de 400mW/cm² (milliwatt/cm²). Les 45% restants utilisent des lampes induisant des réactions de polymérisation insuffisantes. (Fig.3)

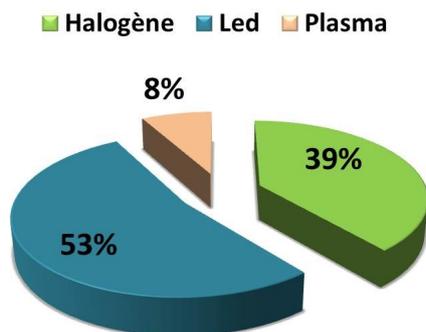


Fig.2 : Graphique représentant les types de lampes utilisées

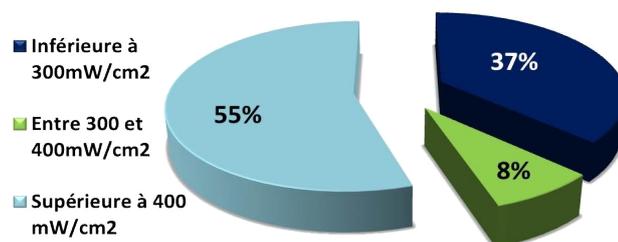


Fig.3 : Graphique représentant la répartition de la densité de puissance des lampes utilisées

- Par ailleurs, 43% des lampes halogènes sont dans la plage de polymérisation efficace alors que le reste n'est pas capable d'effectuer une réaction optimale de polymérisation.
- La majorité des lampes LED soit 72% ont une densité de puissance supérieure à 400mW/cm² alors que le reste est sous la barre de la densité de puissance nécessaire pour la réaction optimale de polymérisation.
- La densité de puissance de la totalité des lampes plasma est inférieure à 300 mW/cm².
- La plus faible puissance des lampes était de 84.2 mW/cm² (lampe halogène) alors que la plus puissante parmi les 100 lampes produit 573.8 mW/cm² (lampe LED).
- La moitié des lampes testées soit 52% sont récentes alors que le reste est acquis il y a plus de 5 ans ; notons que la plus récente des lampes date depuis un mois alors que la plus ancienne date de plus de 20 ans.
- Nous avons noté que 30% n'ont jamais changé l'ampoule des lampes halogènes, 22% ont changé les ampoules une seule fois, 15% ont changé les ampoules 2 fois, 8% ont changé les ampoules 3 fois et 25% ont changé les ampoules plus de 3 fois. **(Fig.4)**
- Presque la moitié des praticiens soit 47% utilisent leurs lampes au maximum 6 fois par semaine alors que 53% ont recours à leurs lampes plus de 6 fois et allant jusqu'à 40 fois par semaine. Les lampes fréquemment utilisées présentent une densité de puissance ne dépassant pas les 300 mW/cm².
- Seulement 28% des praticiens n'entretiennent jamais leurs lampes. **(Fig.5)**
- Sur 100 praticiens consultés, un seul dispose d'un radiomètre pour contrôler périodiquement sa lampe alors que le reste n'en dispose pas et ne pense jamais à l'acquérir.

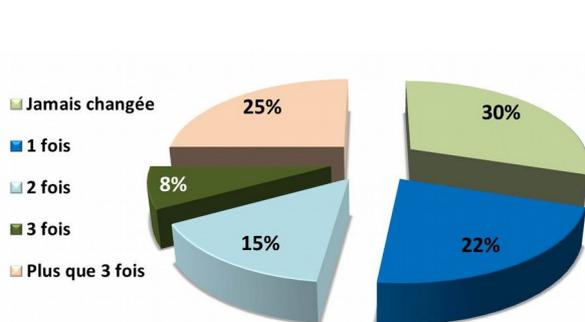


Fig.4

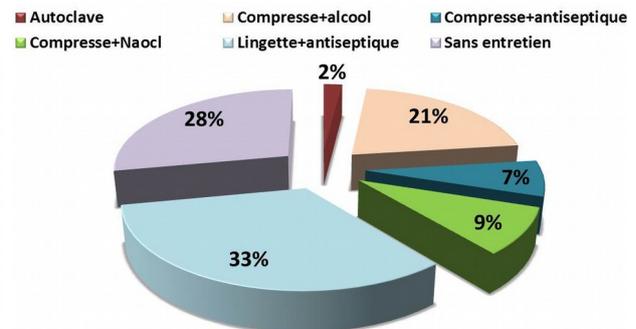


Fig.5

Fig.4 : Graphique représentant la fréquence de changement des ampoules de lampes halogènes

Fig.5 : Graphique représentant les méthodes d'entretien des lampes

Discussion : Les radiomètres mesurant la quantité de lumière bleue émise au bout des guides de lumière sont généralement considérés très utiles, en ce qui concerne le matériel utilisé durant notre enquête, nous avons essayé de choisir un radiomètre qui est à la fois simple, facile à manipuler mais aussi le plus fiable possible, le seul inconvénient noté est celui de la valeur minimale affichée qui est 300 mW/cm², ainsi toute valeur inférieure est non reconnue. Les radiomètres sont principalement utilisés afin de détecter les baisses de la densité de puissance de sorte que le praticien peut réagir si nécessaire. Ces appareils ne permettent de mesurer l'intensité qu'à l'extrémité du guide de lumière et sont incapables de quantifier l'énergie reçue par la restauration à la résine composite. Malgré ces limites, un radiomètre présente divers avantages et sa procuration est nécessaire. Malheureusement les découvertes étaient flagrantes durant notre enquête : un seul praticien dispose d'un radiomètre intégré

alors que 99% n'étaient même pas au courant de cette manœuvre d'extrême importance et de l'existence même du radiomètre.

Parmi 100 praticiens visités nous avons trouvé 2 seulement qui possèdent deux embouts chacun de 6 et 8 mm alors que les autres utilisent le seul embout livré par le fournisseur.

Neo et coll ont montré que des embouts de plus grands diamètres donnent de meilleurs résultats d'uniformité de polymérisation que ceux de petits diamètres.^[1] C'est pour cette raison que chaque praticien doit disposer de plusieurs types de guides ce qui n'est malheureusement pas le cas chez notre échantillon.

La densité de puissance optimale n'est pas clairement déterminée, en réalité, le facteur temps d'exposition ou d'insolation intervient. Ainsi, 8% des praticiens ayant des lampes livrant une intensité entre 300 et 400 mW/cm² peuvent augmenter le temps d'insolation pour remédier à ce problème. Cependant, une puissance nettement insuffisante ne peut pas être compensée par l'augmentation du temps d'insolation. Rueggeberg et coll estiment qu'une intensité de 280 mW/cm² est l'intensité minimale pour polymériser un incrément de 2 mm d'épaisseur d'un composite de teinte universelle.^[2] Cette valeur est pratiquement égale à celle préconisée par Bayne et coll qui estiment l'intensité minimale à 300mW/cm².^[3]

Plusieurs facteurs participent à la dégradation des densités de puissance comme l'autoclavage des embouts, les fractures des guides de lumière et la présence de débris de résine sur l'extrémité des embouts sachant que la majorité de notre échantillon présente des débris de résine durcie sur les extrémités des embouts.

En ce qui concerne les lampes halogènes, les réflecteurs, les ventilateurs, les filtres et surtout les ampoules se dégradent au fil du temps^[4] et le temps effectif de l'ampoule est limité entre 40 et 100h d'utilisation constante.^[5,6]

Nous avons remarqué que la fréquence d'utilisation de quelques lampes dépasse les 30 usages par semaine ainsi Strydom recommande le remplacement des lampes à photopolymériser après 5 ans d'usage fréquent.^[7]

Devant la polémique des effets des hautes puissances des lampes provoquant des réactions intrapulpaire irréversibles^[8,9,10], Onisor et Asmuseen^[11] affirment que le fait de diriger un flux d'air vers la dent immédiatement avant, pendant et après l'exposition de lumière va prévenir la hausse de température. Le flux d'air peut être généré à l'aide du spray d'air ou d'une pointe d'aspiration à haute vitesse tenue près de la partie coronaire de la dent. D'autre part, et pour essayer d'éviter ce problème d'élévation de température mais aussi de stress de polymérisation, la lampe doit être munie de plusieurs programmes (progressif, par paliers, pulsé, turbo...).^[12,13] En plus, il est indispensable de maîtriser ces modes et savoir choisir le mode adéquat pour chaque situation clinique, ce qui est n'est malheureusement pas le cas chez les praticiens consultés.

Il a été prouvé que la lumière bleue émise des lampes à photopolymériser est très nocive pour les yeux.^[14] Malheureusement aucun des 100 cabinets visités ne dispose de lunettes et plusieurs ne disposent même pas de plateaux protecteurs fixés sur la lampe.

Recommandations pour une photopolymérisation optimale :

- Le choix d'un guide de lumière est directement en relation avec l'acte clinique à réaliser et ceci pour des raisons de densité de puissance nécessaire. Il faut éviter d'effectuer une polymérisation par balayage de l'étendu d'une restauration de grande taille car la

polymérisation serait insuffisante non uniforme et inadéquate surtout quand la surface du composite à polymériser est supérieure au diamètre de l'embout.

- Les guides de lumière doivent être nettoyés régulièrement avec des cotons-tiges trempés dans l'alcool, les taches et blocs de résine durcie peuvent être retirés à l'aide d'une cupule en caoutchouc montée sur une pièce à main à basse vitesse et les embouts très endommagés doivent être remplacés. ¹¹⁵ Pour éviter que la résine durcisse à l'extrémité, le clinicien doit s'éloigner 1 à 2 mm pendant la première seconde d'exposition, puis après que la surface soit durcie, nous nous approchons le plus possible de la résine composite.

- L'ampoule d'une lampe halogène doit être remplacée chaque 6 mois ¹¹⁶ ou même 2 à 3 fois par an.

- Un radiomètre au sein du cabinet dentaire, malgré ses limites par rapport à un spectromètre de laboratoire de qualité, reste un moyen facile et relativement efficace pour contrôler régulièrement sa lampe à photopolymériser. Par conséquent, les praticiens doivent disposer d'un registre pour avoir la possibilité de noter les puissances, les comparer avec les valeurs de l'usine et faire un bilan de chute de puissance au fil du temps.

- Les cliniciens doivent prendre des précautions pour protéger leurs yeux, ceux du patient et de l'assistant de potentiels dommages oculaires permanents par des lunettes protectrices qui diminuent ces risques à des pourcentages inférieures à 1 %. ¹¹⁷

- Afin de prévenir la contamination croisée par inefficacité ou même absence de maintenance et de désinfection entre les patients, une barrière de protection peut être utilisée pour couvrir l'ensemble de la lampe. Plusieurs fabricants proposent des barrières de contrôle de l'infection jetables en plastique comme un moyen efficace de protection à la fois pour l'unité ainsi que pour le guide de lumière. Bien que ces obstacles n'affectent pas de manière significative la distribution spectrale, une légère diminution de densité est remarquable et elle est inférieure à 5 %. Il faut éviter qu'un pli s'interfère avec la surface plane du guide. ¹¹⁸

- Lors d'achat d'un coffret de résine composite, il est indispensable d'avoir recours à une marque reconnue et un coffret qui délivre une charte bien détaillée précisant la quantité d'énergie nécessaire et les spectres de chaque teinte. Ajoutons à cela qu'une nuance A2 d'un fabricant peut exiger des longueurs d'onde différentes par rapport à la même nuance A2 d'un autre fabricant. ¹¹⁹

- Chaque lampe à photopolymériser doit avoir un spectre d'émission compatible avec les photo-initiateurs incorporés dans la résine composite. La camphoroquinone est le photo-initiateur le plus utilisé se caractérisant par une couleur jaune intense. La lucirin et la phénylpropanedione (PPD) ont une couleur jaune pâle qui permet leur utilisation dans des matériaux transparents ou de teinte claire. Chaque molécule est sensible à certaines longueurs d'onde de la lumière : on parle de spectre d'absorption. La camphoroquinone est sensible aux longueurs d'ondes comprises entre 390 et 510 nm, avec un pic à 470 nm (lumière de couleur bleue). La Lucirin est sensible aux longueurs d'ondes inférieures à 410 nm, avec un pic à 380 nm (lumière de couleur indigo). La phénylpropanedione est sensible aux longueurs d'ondes inférieures à 490 nm, avec un pic à 370 nm (lumière de couleur violette). De ce fait, le coffret de résine composite doit indispensablement détailler la nature des photo-initiateurs utilisés et la quantité d'énergie nécessaire pour chaque teinte.

- Pour les lampes LED, le praticien doit reconnaître que les lampes de première ou de deuxième génération ne permettent pas la photopolymérisation des composites dont le photo-

initiateur n'est pas la camphoroquinone. Les nouvelles lampes LED de troisième génération ont résolu le problème d'activation de n'importe quel photo-initiateur utilisé.

Conclusion : Avant d'entamer une restauration à la résine composite il faut prendre en considération tous les facteurs indispensables à sa réussite et sa longévité. Durant notre enquête, 37% des lampes estimées inadéquates ont des densités de puissance inférieures à 300 mW/cm² et 30% des praticiens n'ont jamais changé l'ampoule des lampes halogènes. Malheureusement, tous les praticiens n'utilisent pas de barrière de protection et seulement, un seul praticien dispose d'un radiomètre de contrôle. Il nous semble très intéressant que les étudiants en Médecine Dentaire puissent avoir les connaissances techniques nécessaires pour reconnaître et tenir compte des publicités exagérées des fournisseurs. En effet, presque tous les praticiens affirment que les fournisseurs leurs ont conseillé les lampes lors de l'achat, de même pour les coffrets de résine composite. Enfin, nous nous sommes intéressés à ce sujet pour son importance cardinale, mais encore, à cause de l'absence d'enquêtes à ce sujet en Tunisie malgré la diversité d'études similaires au monde. Des enquêtes similaires devraient être faites en intégrant des nouvelles méthodologies et des moyens de plus en plus sophistiqués de la dentisterie esthétique dans le but d'améliorer la qualité des restaurations à la résine composite et rendre service aussi bien au patient qu'au praticien.

Références :

1. Neo JC, Denehy GE, Boyer DB. Effects of polymerization techniques on uniformity of cure of large-diameter, photo-initiated composite resin restorations. *J Am Dent Assoc* 1986;113:905-909.
2. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW Jr. [Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite](#). *Oper Dent* 1994;19(1):26-32.
3. Al Shaafi M, Maawadh A, Al Qahtani M. Evaluation of light intensity output of QTH and LED curing devices in various governmental health institutions. *Oper Dent* 2011;36(4):356-61.
4. Rahiotis C, Patsouri K, Silikas N, Kakaboura A. Curing efficiency of high-intensity light-emitting diode (LED) devices. *Journal of Oral Science* 2010;52:187-195.
5. Bennett AW, Watts DC. **Performance of two blue light-emitting diode dental light curing units with distance and irradiation time**. *Dent Mater J* 2004;20:72-79.
6. Uhl A, Mills RW, Vowles RW, Jandt KD. Knoop hardness depth profiles and compressive strength of selected dental composites polymerized with halogen and LED light curing technologies. *J Biomed Mater Res* 2002;63(6):729-38.
7. Strydom C. Curing lights the effects of clinical factors on intensity and polymerisation. *SADJ* 2002;57(5):181-6.
8. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JE. Standard Versus Turbo Light Guides and Their effects on the Shear Bond Strength of an Orthodontic Adhesive. *World J Orthop* 2001;2:154-58.
9. Bouillaguet S, Caillot G, Forchelet J, Cattani-Lorente M, Wataha JC, Krejci IJ. Thermal risks from LED- and high-intensity QTH-curing units during polymerization of dental resins. *Biomed Mater Res*.2005;72(2):260-7.
10. Hadis M, Leprince JG, Shortall AC, Devaux J, Leloup G, Palin WM. High irradiance curing and anomalies of exposure reciprocity law in resin-based materials. *J Dent* 2011;39(8):549-57.

11. **Onisor I, Asmussen E, Krejci I.** Temperature rise during photo-polymerization for onlay luting. *Am J Dent* 2011;24(4):250-6.
12. Aguiar FH, Oliveira TR, Lima DA, Paulillo LA, Lovadino JR. Effect of light curing modes and ethanol immersion media on the susceptibility of a microhybrid composite resin to staining. *J Appl Oral Sci* 2007;15(2):105–109.
13. **Cunha LG, Alonso RC, Pfeifer CS, Góes MF, Ferracane JL, Sinhoreti MA.** Effect of irradiance and light source on contraction stress, degree of conversion and push-out bond strength of composite restoratives. *J Am Dent* 2009;22(3):165-70.
14. Labrie D, Moe J, Price RB, Young ME, Felix CM. Evaluation of ocular hazards from 4 types of curing lights. *J Can Dent Assoc* 2011;77:b116.
15. Neeraj M, Kundabala M. **Light-Curing Considerations for Resin-Based Composite Materials: A Review. Part II.** *Compend Contin Educ Dent* 2010;31(8):584-8.
16. Radzi Z, Yahya Na, Zamzam N, Wood Dj. **Light Curing Units: Tips For Orthodontists.** *Annal Dent Univ Malaya* 2004;11:13-23.
17. Bruzell EM, Johnsen B, Aalerud TN, Christensen T. Evaluation of eye protection filters for use with dental curing and bleaching lamps. *J Occup Environ Hyg* 2007;4(6):432-9.
18. McAndrew R, Lynch CD, Pavli M, Bannon A, Milward P. The effect of disposable infection control barriers and physical damage on the power output of light curing units and light curing tips. *Br Dent J* 2011;210(8):E12.
19. Busemann I, Lipke C, Schattenberg A, Willershausen B, Ernst CP, Busemann I et al. Shortest Exposure Time Possible With LED Curing Lights. *Am J Dent* 2011;24(1):37-44.