

Effect of time and area on tooth dehydration 치아 탈수시 시간과 영역의 영향

Bo-Mi Oh^{*1}, Sun-Jae Kim¹, Su-Jin Choi¹, Ju-Hee Nam¹, Su-Min Lim²

¹Department of Conservative Dentistry, Sun dental hospital, Daejeon, Korea,

²Department of Pediatric Dentistry, Sun dental hospital, Daejeon, Korea

오보미¹, 김선재¹, 최수진¹, 남주희¹, 임수민²

¹선치과병원 보존과, ²선치과병원 소아치과

Purpose: The aim of this study was to investigate any change of dehydration time and tooth area using a spectrophotometer.

Material and Methods: Total number of patients was 32. Participant's age ranged from 20 to 29 years. The tooth included in the study was right sound maxillary central incisor. The Vita Easyshade Advance 4.0 spectrophotometer(VITA Zahnfabrik, Germany) was used to evaluate shade of average and tooth area(incisal: I, middle: M, cervical: C). Spectrophotometric measurements during dehydration were carried out at 5 minutes intervals for 10 minutes. Investigation of the differences of Commission International de l'Eclairage (CIELab) coordinates was conducted. RM-ANOVA was used to test the differences in L*, C, H°, a* and b* and ΔE_{00} .

Results: The L*, C, H° and b* color coordinates of the average shade(Table 1) and the L*, C, and b* color coordinates of the incisal area(Table 2) each showed statistically significant changes over time from baseline to 10 minutes later. The average tooth of ΔE_{00} increased over 10 minutes, but there was a significant change within 5 minutes.

Conclusion: The findings of this study show that different areas of the tooth are affected by dehydration. Within 5 minutes of dehydrating the teeth, a noticeable change in tooth color occurred, which could negatively impact the shade selection process. Therefore dental shade matching procedures is recommended to be performed out before dehydrating the teeth as early as possible. (*J Korean Acad Esthet Dent 2024;33(1):31-38*)

Key words: dehydration, spectrophotometer, tooth area

• Received 2024. 6.5 • Last Revision 2024. 6.19 • Accepted 2024. 6.26

• Corresponding Author: Bo-Mi Oh

대전시 중구 대중로 645

E-mail: springs-_-@hanmail.net

○ Instruction

개인의 건강, 기능뿐만 아니라 심미치료는 치과의 주된 관심사입니다. 심미치료는 치아 색, 크기, 형태, 배열 등 주변 치아와 조화롭게 어우러져 본연의 치아처럼 보여야 합니다. 기존 연구에 따르면 환자 중 80%가 수복물 색상에 대해 불만족하는 것으로 나타났습니다.¹ 임상에서 정확한 색상의 재현은 이해, 전달, 표현이 쉽지 않기 때문에 어려운 과제입니다.

치아색 평가하는 방법에는 크게 두 가지가 있는데, 치아용 색조 가이드(shade guides)를 이용한 시각적 방법과 분광기(spectrometers), 분광광도계(spectrophotometers), 색도계(colorimeters)와 같은 색 측정장치를 이용하는 도구적 방법이 있습니다. 임상에서는 가장 일반적으로 색조 가이드(shade guides)를 사용하는데, 이는 빠르고 간편하며 비용효율적인 방법이지만, 주관적이고 정확한 정보를 전달하기 어렵다는 단점이 있습니다. 이러한 색조가이드(shadeguide)와 달리 분광광도계(spectrophotometer)는 기존 치아 색 평가를 주변의 광도와 상관없이 물체의 반사율 혹은 투과율을 한 번에 한 파장씩 측정하기 때문에 색을 객관적으로 정량화하여 보다 정확한 의사소통을 할 수 있다고 알려져 있습니다.^{2,4} 기존 연구에서도 약 47%의 항목에서 분광광도계(spectrophotometer)가 시각적 방법보다 더 나은 결과를 보고하였습니다.^{5,6}

비교적 최근 literature review에 의하면 탈수된 치아는 더 밝아지고 채도와 투명도가 감소한다고 알려져 있습니다.⁵ 이는 치아 탈수시 법랑질 프리즘 사이 공간에 물대신 공기로 채워져 불투명도를 증가시키기 때문에 상아질의 기본 색상을 가려 더 하얗게 보이기 때문입니다.⁷ 이러한 임상적 관련성에도 불구하고 탈수가 치아 색상에 미치는 정보(치아영역 및 탈수 시간)는 부족하며 상이한 결과를 제시하기도 합니다.⁸⁻¹² 또한 기존 연구에서 탈수시 spectrophotometer를 이용한 CIELab system과 임상적 수용성(ΔE_{00}) 관련 보고가 부족한 실정입니다.¹³

따라서 본 연구에서는 심미에 주 관심 대상자인 20대 여성을 대상으로, The Vita Easyshade Advance 4.0 spectrophotometer(VITA Zahnfabrik, Germany)를 이용해 탈수시 치아색상에 영향을 주는 요인(탈수시간, 치아영역)을 CIELab system과 임상적 수용성(ΔE_{00})에 대해 평가하여 더 나은 심미치료를 도모할 수 있는 기초자료를 제공하고자 합니다.

○ Materials and Method

다음 기준에 따라 참가자를 선정하여 상악 우측 중절치에 대해 치아 색을 측정했습니다:

- 포함 기준

20세에서 30세 미만의 여성

기존 수복물이 없는 치아

흰 반점 또는 기타 색 결함 없는 치아

2024년 3월~ 2024년 5월 구강검진을 위해 선치과병원 보존과 외래에 내원하여 우식상담을 위해 임상 및 방사선학적 검사를 진행한 환자들을 대상으로 총 32명의 참가자가 선별되었으며, 이 중 30명이 연구의 참여 기준을 충족했습니다. 연령 범위는 20-29세(평균 26.33세)였습니다. 모든 참가자는 인쇄된 설명문을 수령하고 정보 제공 동의서에 서명했습니다. 측정 프로토콜은 세계 윤리 강령의 가이드라인(2013 헬싱키 선언)의 지침을 따랐으며, 국립중앙의료원 기관생명윤리위원회(IRB)의 승인(참조P01-202402-01-038)을 받았습니다.

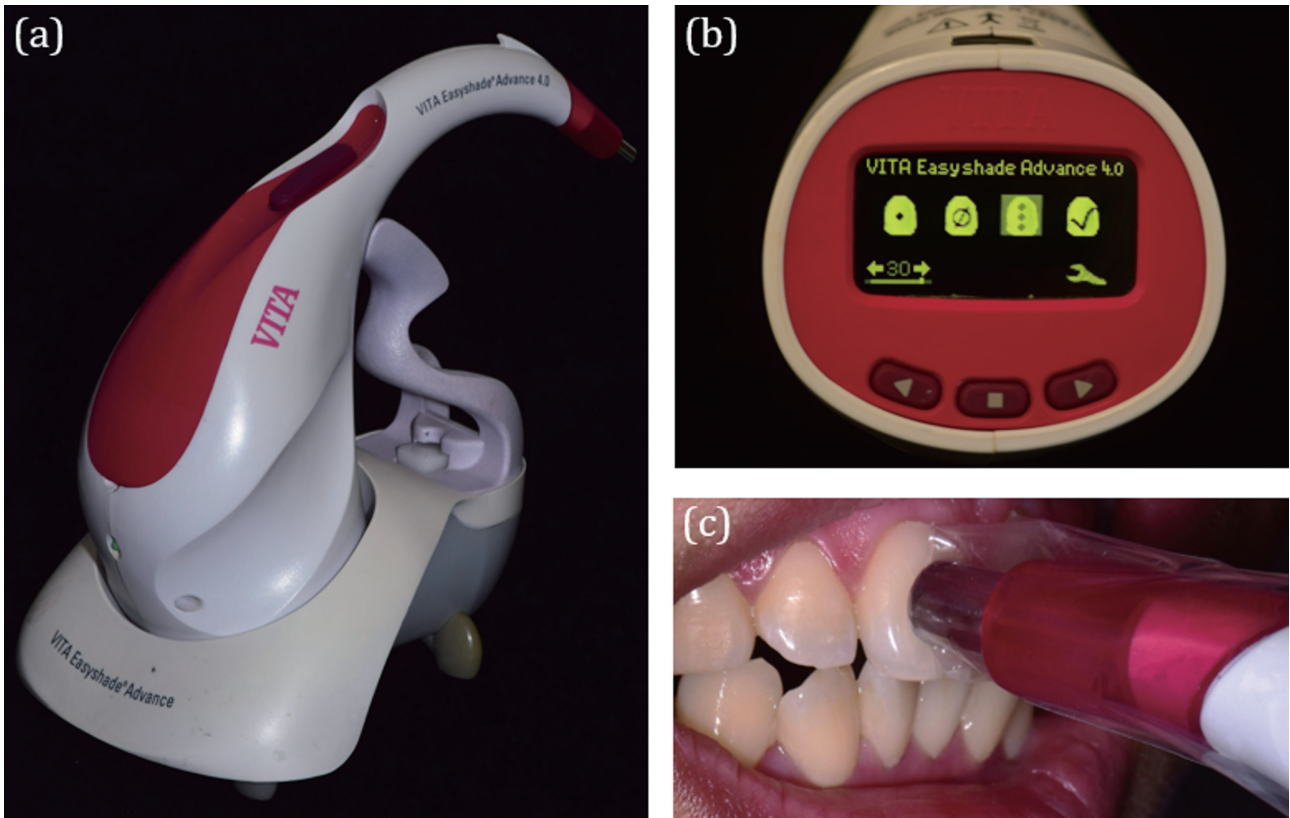


Fig. 1. The VITA Easyshade Advance 4.0 spectrophotometer(VITA Zahnfabrik, Germany)

먼저 일관된 조건을 위해 수분섭취 후 입원실에 누워 안정된 자세를 취하였습니다. 코튼롤을 이용해 치아 격리 후 제조업체의 권장 사항에 따라 프로브팁에 패키지로 있는 보호캡(protective cap)을 씌운 후(Fig. 1(c)), calibration해 기준점을 맞추습니다. 그 후 치아에 최대한 평평하게 밀접시킨 후, 치아전체 평균색상과 영역별 색상(절단면, 중심부, 치정부)을 각각 측정해 CIELab데이터를 기록하였습니다(Fig. 1(b)). 총 10분 동안 5분 간격으로 진행하였습니다.

객관적인 표색계로 CIELab system을 사용하였고, 이는 3가지 좌표(L*, a*, b*)의 색공간으로 정의합니다. 또한 색차는 ISO/TR 28642:2016에서 권장하는 대로 지각성(PT) 및 수용성(AT) 임계값과 각각 비교하여 임상적으로 해석되었습니다. ($\Delta E_{00} = 0.8$ (PT), $\Delta E_{00} = 1.8$ (AT))

탈수 시간에 따른 치아전체 평균색상과 치아 영역별 색상 좌표 L*, a*, b*, C, H°의 변화는 분산 분석(RM-ANOVA)을 통해 비교했습니다. 각 탈수 시간(0, 5, 10분)별 측정 후 기준선과 비교를 시행하였습니다. 통계 분석은 표준 통계 소프트웨어 패키지(SPSS Statistics 27.0.0, IBM Armonk, New York, USA)를 사용하여 수행했습니다.

○ Result

Table 1. Mean(SD) of color coordinates at the average shade

Color coordinates	Dehydration Time(min)		
	0	5	10
L	83.03(4.574)	84.88(4.086)	85.03(2.549)*
C	17.48(3.854)	18.48(4.061)	18.36(4.211)*
H	98.78(3.582)	92.42(3.847)	92.56(3.618)*
a	-.66(.932)	-.55(1.033)	-.59(1.049)
b	17.44(3.868)	18.44(4.090)	18.31(4.234)*

*Significance of difference: $p < 0.05$

Table 2. Mean(SD) of color coordinates at the tooth area

Color coordinates	Dehydration Time(min)								
	0			5			10		
	I	M	C	I	M	C	I	M	C
L	79.70	84.12	85.411	79.50	85.00	85.90	80.93*	85.01	85.72
C	15.18	18.65	22.54	15.11	19.18	22.66	15.91*	18.79	22.67
H	96.18	92.17	87.12	95.31	91.97	87.31	95.34	92.21	87.60
a	-1.36	-.52	1.71	-1.17	-.46	1.10	-1.18	-.52	1.00
b	15.06	18.69	22.35	14.78	19.14	22.57	15.81*	18.76	22.57

*Significance of difference: $p < 0.05$

I: incisal, M:middle, C: cervical



<Baseline>

<After 10 min>

Fig. 2. Test tooth before and after 10 min dehydration

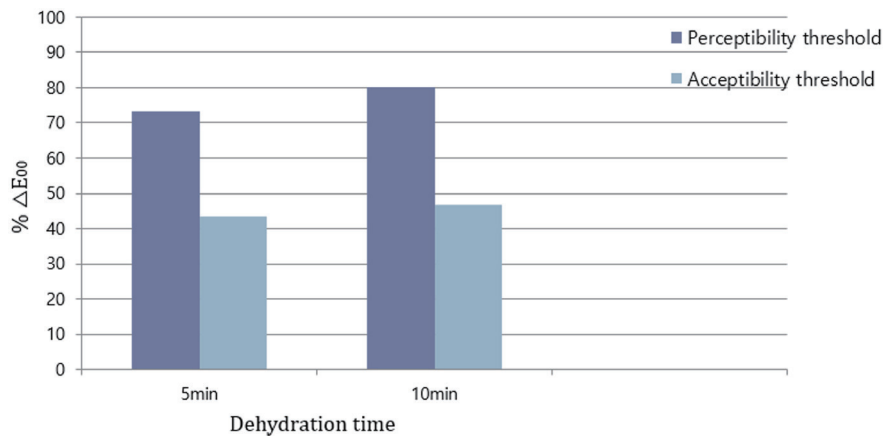


Fig. 3. Percentage of average tooth with perceivable and acceptable color changes(ΔE_{00}) during dehydration

정량적 평가에서 치아전체 평균색상(Table 1)의 L*, C, H°, b* 색상 좌표와 절단면 부위(Table 2)의 L*, C, b* 색상 좌표는 각각 기준선에서 탈수 10분 후 통계적으로 유의미한 차이가 있었습니다. 하지만 중심부, 치경부 부위는 통계적으로 유의미한 차이가 없었습니다. Fig. 2와 같이 탈수 10분 후 치아전체 평균색상은 상당히 밝아졌으며 절단면 부위에서 더 하얗고 노랗게 밝아진 변화를 가시적으로 확인했습니다.

정성적 평가인 Fig. 3에서 탈수 후 5분 이내에서 치아전체 평균색상의 지각성 임계값(perceptibility threshold)을 넘는 대상자는 73.3%, 수용성 임계값(acceptability threshold)을 넘는 대상자는 43.3%을 넘어서는 유의미한 변화를 보였습니다. 10분 동안 ΔE_{00} 의 치아전체 평균색상은 증가했지만, 5분 이후에는 유의미한 변화가 없었습니다. 즉 5분 이내에 ΔE_{00} 에서 통계적으로 유의미한 변화가 발생하여 이미 수용 가능한 임계값을 넘어섰습니다.

Discussion

심미수복 영역에서 치아색 평가는 색 평가 도구, 방법, 조건, 주변 치은 색, 임상적 숙련도 및 경험, 성별, 약물, 메타메리즘, 탈수 등 여러 가지 상호 연관된 요인에 따라 달라질 수 있습니다.^{14,15} 그러므로 치아색 평가는 치료 결과에 근본적으로 영향을 미치는 복잡한 작업이라고 할 수 있습니다. 이는 결과에 영향을 줄 수 있기 때문에 환자의 치료 만족도까지 영향을 미칠 수 있습니다.¹⁶

치아의 기본 색상은 상아질에 의해 결정되지만, 치관을 덮는 법랑질의 색상, 석회화 정도에 따라 변하는 법랑질의 반투명성, 치아 영역에 따라 달라지는 법랑질 두께의 영향을 받습니다.¹⁷ 빛은 치아 표면에 흡수, 반사, 투과가 되는데, 치아 색은 상아세관 및 법랑질의 산화회색 결정내에서 산란된 빛의 결과입니다.¹⁸ 빛이 치아 구조를 통과할 때 법랑질(RI=1.63)과 상아질(RI=1.54)의 굴절률의 차이를 통해 치아 색 변화를 이해할 수 있습니다. 치아가 탈수되면 프리즘 간 공간이 공기로 대체되고 굴절률의 차이로 인해 빛이 다르게 굴절됩니다. 이는 본 연구에서 탈수 10분 후 절단면 부위(Table 2)의 L*, C, b* 색상 좌표가 통계적으로 유의미한 결과와 일치합니다.

격리는 대부분의 수복치료 성공을 위한 단계 중 필수로 간주됩니다. 본 연구는 러버댐없이 치아색상을 평가하였습니다. 이는 임상에서 직접 및 간접 수복을 위한 치아색 결정은 러버댐 상태에서 시행하지 않으며 러버댐 적용에 시간이 소요될 수 있어 치아 탈수 과정을 적시에 측정하지 못할 수 있기 때문입니다. 이전 연구에 따르면 러버댐 적용에 평균 3~5분이 소

요되는 것으로 나타났습니다. 이는 결과적으로 색상 측정 과정에 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다.¹⁹

분광광도계(spectrophotometer)는 프리즘이 텅스텐 광원을 분산시키고 물체에서 반사되는 빛의 양을 가시광선 스펙트럼의 각 파장에 대해 측정하는 원리입니다.²¹ 이는 다양한 치아색 평가 방법 중 전반적으로 가장 높은 정확도와 정밀도를 제공한다고 알려져 있습니다.⁴

본 연구의 The Vita Easychade Advance 4.0 spectrophotometer(VITA Zahnfabrik, Germany)를 이용한 정량적 실험결과에 따르면, 치아전체 색상의 L*, C, H°, b* 와 영역별 색상 중 절단면 부위의 L*, C, b* 색상 좌표에서 탈수 10분 후 통계적으로 유의미한 차이를 확인하였습니다. 이러한 결과는 Burki등의 연구결과와 일치합니다.⁹ 탈수에 따른 a* 색상 좌표의 낮은 변화는 첫째, a* 좌표는 매우 낮은 값을 가지며 치아 색채 공간 내에서 변화가 적고 둘째, a* 좌표는 적색-녹색 변화에 해당하며, 본 연구는 자연 치아에 해당하므로 적색-녹색 변화가 예상되지 않기 때문입니다.

임상적 수용성을 추정하기 위해 색차 ΔE_{00} 를 사용했습니다. Fig. 3에서 탈수 후 5분 이내에 색차 ΔE_{00} 에서 치아전체 평균 색상의 지각성 임계값(perceptibility threshold)을 넘는 대상자는 73.3%, 수용성 임계값(acceptability threshold)을 넘는 대상자는 43.3%을 넘어서는 유의미한 변화를 보였습니다. 10분 동안 ΔE_{00} 의 치아전체 평균 색상은 증가했지만, 5분 이후에는 큰 변화가 없었습니다. 즉 5분만 탈수되어도 인지할 만한 차이를 보였습니다. 기존 연구에 따르면 탈수 후 1분 이내에 치아의 87%가 수용성 임계값을 초과했습니다. 이는 1,2,3,5,7,10 분으로 더 짧은 시간 간격으로 측정을 한 것으로, 향후 더 짧은 시간에 대해 추가적 연구를 고려해볼 수 있습니다.²⁰

본 연구의 대상은 심미에 관심이 있는 20대 여성을 대상으로 하였기에 무작위로 대규모의 인구를 대상으로 실험하지 않아, 향후 추가적인 연구를 한다면 더 다양한 성별과 나잇대를 포괄한 연구가 필요할 것으로 사료됩니다. 또한 재수화 관련 더 많은 연구도 관심사가 될 수 있습니다.

Conclusion

이 임상 연구의 한계 내에서 다음과 같은 결론을 도출했습니다:

탈수 10분 후 치아전체 평균색상과 절단면부위의 유의미한 색상좌표 차이를 알 수 있었고, 탈수 후 5분 이내에 치아 색상에 눈에 띄는 변화가 발생하여 색조 선택 과정에 부정적인 영향을 예측할 수 있었습니다. 건강한 치아색은 다양한 요인에 의해 영향을 받지만 본 연구에서는 치아 영역에 따라 달라지는 법랑질의 영향을 확인할 수 있었습니다. 따라서 수복시 탈수전, 즉 가능한 한 빨리 치아 색상 측정을 하는 것을 권장합니다.

References

1. Elamin, H.O., N.H. Abubakr, and Y.E. Ibrahim, Identifying the tooth shade in group of patients using Vita Easychade. *Eur J Dent*, 2015. 9(2): p. 213-217.
2. Alsaleh, S., et al., Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent*, 2012. 40 Suppl 1: p. e82-7.
3. Paul, S., et al., Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*, 2002. 81(8): p. 578-82.
4. Chu, S.J., R.D. Trushkowsky, and R.D. Paravina, Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*, 2010. 38 Suppl 2: p. e2-16.

5. Tabatabaian, F., et al., Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2021. 33(8): p. 1084-1104.
6. Kim-Pusateri S, B.J., Davis EL, Wee AG, Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2009. 101: p. 193-9.
7. Fondriest, J., Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2004. 91(6).
8. Ruo Xi DU, Y.M.L., Jian Feng MA, Effect of dehydration time on tooth color measurement in vitro. *The Chinese Journal of Dental Research*, 2012. 15(1): p. 37-39.
9. Burki, Z., et al., A randomised controlled trial to investigate the effects of dehydration on tooth colour. *J Dent*, 2013. 41(3): p. 250-7.
10. M.D. Russell, M.G., B.W. MOSS, In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2000. 27: p. 786-792.
11. Hatırlı, H., et al., Clinical effects of dehydration on tooth color: How much and how long? *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2021. 33(2): p. 364-370.
12. Ruiz-Lopez, J., et al., Impact of short-term dental dehydration on in-vivo dental color and whiteness. *J Dent*, 2021. 105: p. 103560.
13. Suliman, S., et al., Effect of time on tooth dehydration and rehydration. *J Esthet Restor Dent*, 2019. 31(2): p. 118-123.
14. Ristic, I., S. Stankovic, and R.D. Paravina, Influence of Color Education and Training on Shade Matching Skills. *J Esthet Restor Dent*, 2016. 28(5): p. 287-294.
15. Pecho, O.E., et al., Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater*, 2016. 32(1): p. 82-92.
16. Samorodnitzky-Naveh, G.R., S.B. Geiger, and L. Levin, Patients' satisfaction with dental esthetics. *J Am Dent Assoc*, 2007. 138(6): p. 805-8.
17. Wee, A.G., et al., Color and translucency of enamel in vital maxillary central incisors. *J Prosthet Dent*, 2023. 130(6): p. 878-884.
18. J. Vaarkamp, J.J.t.B., E.H. Verdonshot, Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Reserach*, 1995. 29(1): p. 8-13.
19. Gilbert, G.H., et al., Rubber dam use during routine operative dentistry procedures: findings from the Dental PBRN. *Oper Dent*, 2010. 35(5): p. 491-9.
20. Suliman, S., et al., Effect of time on tooth dehydration and rehydration. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2019. 31(2): p. 118-123.
21. Khurana, R., et al., A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British dental journal*, 2007. 203(12): p. 675-680.

치아 탈수시 시간과 영역의 영향

목적: 이 연구의 목적은 분광광도계를 사용하여 탈수시 시간과 치아 영역의 변화를 조사하는 것입니다.

재료 및 방법: 총 환자 수는 32명으로, 참가자의 나이는 20대(만 20~29세), 상악 우측 중절치를 대상으로 하였습니다. 치아전체 평균 및 치아 영역별(절단연:I, 중심부:M, 치경부:C) 색상을 평가하기 위해 Vita Easyshade Advance 4.0 분광광도계(VITA Zahnfabrik, 독일)를 사용했습니다. 탈수 중 분광광도계를 이용하여 5분 간격으로 10분 동안 CIELab(Commission International de l'Eclairage) 색상좌표를 측정하였습니다. L^* , C , H° , a^* , b^* 및 색차(ΔE_{00})를 분산분석(ANOVA)을 통해 비교했습니다.

결과: 치아전체 평균색상의 L^* , C , H° , b^* 색상좌표(표 1)와 절단연 부위의 L^* , C , b^* 색상좌표(표 2)는 각각 기준선에서 10분 후까지 시간에 따라 통계적으로 유의미한 변화를 보였으며, 치아전체 평균색상의 ΔE_{00} 는 10분 동안 증가했지만 5분 이후에는 유의미한 변화가 없어 탈수 5분만으로 인지 가능한 차이를 만들 수 있음을 확인하였습니다.

결론: 이 연구 결과는 치아 탈수시 법랑질의 영향을 받는다는 것을 보여줍니다. 또한 탈수 후 5분 이내에 치아전체 평균색상에 눈에 띄는 변화가 발생하여 색상 측정 과정에 부정적인 영향을 미쳤습니다. 따라서 치아색상 측정 절차는 가능한 한 빨리 치아를 탈수시키기 전에 실시하는 것을 권장합니다.

키워드: 탈수, 분광광도계, 치아영역