

젊은 연령층에서의 에너지 음료 섭취와 안압과의 상관관계

The Effect of Caffeinated Energy Drink Consumption on Intraocular Pressure in Young Adults

조승환 · 이창규

Seung Hwan Jo, MD, Chang Kyu Lee, MD

메리놀병원 안과

Department of Ophthalmology, Maryknoll Medical Center, Busan, Korea

Purpose: Several energy drinks containing a high content of caffeine are widely consumed among young adults. We examined the effects of caffeinated energy drinks on intraocular pressure (IOP) and blood pressure (BP) in healthy young subjects.

Methods: In this prospective randomized, case-controlled cross over study conducted, from August to September of 2014, 40 healthy young volunteers (80 eyes) in their 20's and 30's drank 2 types of beverage each consumed after a 3-month washout period. The study participants were randomly given the caffeinated energy drink (group I, n = 20) or caffeine-free drink (group II, n = 20), IOP and BP were measured at 0, 30, 60, 90, and 120 minutes and 12 and 24 hours after beverage consumption.

Results: In group I, the mean \pm standard deviation (SD) of IOP at baseline was 13.2 ± 1.56 mm Hg and the IOP increased until 24 hours after drink consumption. IOPs at 30, 60, 90, and 120 minutes and 12 and 24 hours after drinking caffeinated energy drink were 14.45 ± 2.12 , 14.93 ± 2.02 , 14.85 ± 1.55 , 14.2 ± 1.34 , 14.25 ± 1.74 , and 13.35 ± 1.61 , respectively and statistically significant at 30, 60, 90, 120 minutes and 12 hours ($p < 0.05$). A corresponding increase in BP after drinking the caffeinated energy drink was observed but without statistical significance. Drinking the caffeine-free beverage did not affect IOP or BP significantly.

Conclusions: IOP increases after consuming the caffeinated energy drink were statistically significant at 30, 60, 90, and 120 minutes and 12 hours. Therefore, caffeinated energy drinks may not be recommended for glaucoma patients or glaucoma suspects.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(7):1096-1103

Key Words: Caffeinated drink, Caffeine, Energy drink, Intraocular pressure

카페인(1, 3, 7-trimethylxanthine)은 전 세계에서 대중적으로 소비되고 있는 커피, 차, 콜라, 초콜릿 등의 다양한 식

품에 포함되어 있다. 카페인은 기초대사량을 증가시키고 중추신경계와 심근을 자극하며 근육을 이완시키는 등의 특성을 가지고 있는데 이는 피로감 및 졸음을 완화시켜 주고 집중력을 향상시켜 주는 등의 작용을 한다.¹ 그 외에도 신체에 다른 영향을 미치게 되는데 대표적으로 혈압을 높이고 심박동수를 감소시킨다.^{2,3} 고혈압 환자군과 정상 혈압군에서 카페인이 포함된 커피를 섭취한 이후 3시간까지 수축기 혈압과 이완기 혈압이 증가하였다는 보고가 있으며, 카페인의 섭취는 뇌혈류량을 15% 정도 감소시킨다는 보고도 있다.^{4,5}

현재 카페인의 섭취가 방수의 유출량과 안압에 미치는

■ Received: 2014. 8. 23. ■ Revised: 2015. 2. 10.

■ Accepted: 2015. 5. 26.

■ Address reprint requests to **Chang Kyu Lee, MD**
Department of Ophthalmology, Maryknoll Medical Center, #121
Junggu-ro, Jung-gu, Busan 600-730, Korea
Tel: 82-51-461-2540, Fax: 82-51-465-7470
E-mail: Coolguy-2@daum.net

* This study was presented as a narration at the 110th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2013.

© 2015 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

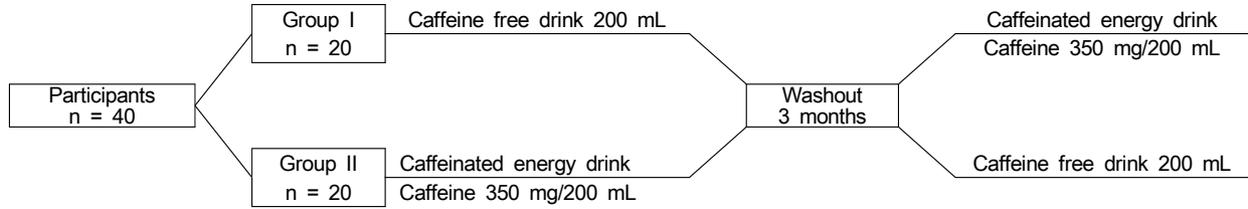


Figure 1. Study design. A prospective randomized, case-controlled crossover study.

영향에 대해서는 연구마다 여러 의견이 있다. 대표적으로 Adams and Brubaker⁶의 연구에 따르면, 정상인에게 카페인 400 mg을 복용시키고 1시간에서 4시간 후의 방수량을 유세포분석기(fluorocytometry)로 측정하였을 때 그 변화량은 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 원발성 개방각 녹내장 환자에게 카페인을 직접 점안시킨 후 안압의 변화를 측정하였으나 안압은 유의한 차이를 보이지 않았다.⁷ 반면에 Avisar et al⁸의 연구에서는 정상안압 녹내장 환자와 고안압 증 환자를 대상으로 180 mg의 카페인을 복용시킨 후 안압 변화를 비교한 연구에서 안압의 유의한 상승이 관찰되었고, 하루에 200 mg 이상의 커피를 섭취하는 개방각 녹내장 환자들에게서 유의한 안압의 상승이 관찰되었으며,⁹ 하루 5잔 이상의 커피를 마시는 녹내장의 가족력을 가진 사람들에게서도 안압의 유의한 상승이 있었다.¹⁰

최근 몇 년 사이에 고용량의 카페인이 포함되어 있는 에너지 음료는 20, 30대의 젊은 연령층에서 많이 소비되고 있고 그 양은 전 세계적으로 늘어나고 있는 추세이다. 2012년 식약청 보고에 따르면, 국내에서 판매되는 여러 에너지 음료들의 카페인 함량은 한 캔 또는 한 병당 적게는 30 mg에서 많게는 207 mg에 이르는데, 이는 커피의 카페인 함량-커피믹스(69 mg, 1봉 기준), 캔커피(74 mg), 커피전문점 커피(160-300 mg)-에 비해서 그 양이 결코 적지 않다. 이에 본 연구에서는 고카페인 에너지 음료의 소비가 증가하고 있는 20, 30대를 대상으로 하여 에너지 음료 섭취가 혈압 및 안압에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, 혈압과 안압 변동의 연관성에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2013년 8월부터 9월까지 기저 질환이 없고 안과적으로 이상이 없는 20-30대의 젊은 연령층 40명 80안을 대상으로 무작위 대조군 임상연구 방법으로 연구를 진행하였다. 녹내장을 진단 받은 자, 망막질환자, 심혈관계 질환자, 골드만 압평안압계로 측정된 초기 안압이 21 mmHg 초과인 자, 녹내장을 일으킬 수 있는 눈의 염증이나 기타 상태, 안압에 영향을 주는 전신적 혹은 국소 약물을 사용하는 자, 에너지

음료 섭취에 대해 거부감이 있어 본 연구의 동의서 작성을 거부한 자는 연구에서 제외하였다. 본 연구는 본원의 임상 윤리위원회에서 승인을 얻었으며(MMC/2013/07/23-3[167]), 모든 환자로부터 동의를 얻은 후 시행하였다.

카페인이 없는 비타민 음료를 섭취한 20명(40안)을 그룹 1로 정하였으며, 카페인이 들어 있는 에너지 음료를 섭취한 20명(40안)을 그룹 2로 하여 음료를 섭취하기 직전과 음료 섭취 후 30, 60, 90, 120분, 12시간, 24시간 후의 안압과 수축기, 이완기 혈압을 측정하였다. 두 음료에는 공통적으로 구연산, 구연산 나트륨, 합성 착향료가 포함되어 있고, 그 외의 성분으로는 카페인이 들어 있는 에너지 음료에는 100 mL 음료 한 병에 카페인 175 mg, 과라나 추출물, 비타민 A, 타우린, 홍삼엑기스, 카페인이 없는 비타민 음료에는 100 mL 음료 한 병에 비타민 B₂, 비타민 C 등이 포함되어 있으며, 이러한 성분들이 안압, 혈압의 변화와 관련이 있다는 기존의 연구들은 없다. 이와 같은 비슷한 색깔, 냄새를 가지고, 카페인의 첨가 유무를 제외하고는 비슷한 성분으로 구성되어 있는 두 가지 종류의 음료를 선정하였다. 음료는 무작위로 피검자에게 동일한 모양의 뚜껑이 닫혀져 있는 컵에 담아 주어져서 자신이 어떠한 음료를 마시는지 알 수 없게 하였다. 실험 음료는 100 mL의 용량에 175 mg의 카페인이 포함되어 있는 에너지 음료(Havard YA[®], Samsung Pharm. Ind. Co. Ltd., Hwaseong, Korea)를 사용하였고, 1명당 2병의 음료를 마시게 하여 진행하였으므로, 총 200 mL의 음료(카페인 350 mg 포함)를 복용시킨 후 그 결과를 측정하였다. 그룹 2에서는 카페인이 포함되어 있지 않은 200 mg의 비타민 음료(Vita 500[®], Kwangdong Pharm. Ltd, Seoul, Korea)를 마신 후 그 결과를 측정하였다. 세 달 뒤, 참여자들은 두 번째로 방문하여 이전 참여에서 마시지 않았던 음료를 똑같은 방법으로 마신 뒤, 음료 섭취 직전과 음료 섭취 후 30, 60, 90, 120분, 12시간, 24시간 후의 수축기, 이완기 혈압과 안압을 측정하였고, 그 결과를 비교하였다(Fig. 1). 연구는 안압, 혈압의 일중 변동을 고려하여 대부분 저녁 6-9시에 시작하였다. 연구 참여 24시간 전부터 연구가 끝나는 시점까지 커피, 술, 초콜릿 등의 카페인이 포함된 제품의 섭취는 엄격하게 제한하였다. 안압은 한 명의 검사자가 골

Table 1. Summary of the subject characteristics

Characteristics	Group I [*]	Group II [†]	p-value
Age (years)	24.7 ± 3.41	25.0 ± 4.19	0.995
Sex (M:F)	4:16	7:13	0.429
Height	164.0 ± 6.87	167.2 ± 6.87	0.122
Weight	55.70 ± 10.5	59.35 ± 11.74	0.188
BMI	20.54 ± 2.72	21.07 ± 2.81	0.753
IOP _{GAT} (mm Hg)	13.70 ± 1.86	13.20 ± 1.56	0.196
IOP _{ORA} (mm Hg)	13.37 ± 2.27	13.29 ± 1.42	0.768
Systolic BP (mm Hg)	110.05 ± 13.54	112.00 ± 11.02	0.663
Diastolic BP (mm Hg)	69.25 ± 11.08	64.60 ± 10.1	0.124

Baseline intraocular pressure (IOP) measurements (mm Hg) using the 2 tonometers, and baseline blood pressure measurements. Values are presented as mean ± SD.

BMI = body mass index; IOP_{GAT} = IOP measurement of a Goldmann applanation tonometer; IOP_{ORA} = IOP measurement of an ocular response analyzer; BP = blood pressure.

^{*}Caffeine free drink group; [†]Caffeinated energy drink group.

드만 압평안압계(AT 900[®], Haag-Streit, Bern, Switzerland)를 사용하여 세 차례 측정된 후, 그 평균값을 기록하였다. 연구 참여자 중 시력 교정 수술을 받은 참여자가 많아 각막의 이력 현상(ocular hysteresis)을 보정하기 위해 ORA (Ocular response analyzer, Reichert Inc., Buffalo, NY, USA)로도 안압을 측정하였는데 동일한 눈에 세 번 시행하여 얻은 값의 평균치를 채택하였다. 검사자 편견을 막기 위해 골드만 압평안압계와 ORA는 각각 서로 다른 검사자에 의해 측정되었다. 혈압은 5분 이상 의자에 앉아서 휴식을 취한 상태에서 측정하였으며, 한 명의 검사자가 수은 혈압계를 사용하여 전완부에서 2회 측정된 평균치를 채택하였다. Korotkoff sound가 들리기 시작한 시점(phase I)을 수축기 혈압, 들리지 않기로 시작한 시점(phase V)을 이완기 혈압으로 정의하였다. 통계 분석은 SPSS software version 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였고, 측정 시기에 따른 각 그룹 내 변화의 차이를 살펴보기 위해 Repeated measures ANOVA를 시행하였다. 그룹 간 변화의 차이는 안압의 측정이 양안으로 시행되었기에 이를 고려하기 위하여 안압에 대해서 generalized mixed effects model을 시행하였고, 혈압에 대해서는 Mann-Whitney test를 시행하였다. p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

대상으로 선정된 총 40명 중 남성은 11명(27.5%), 여성은 29명(72.5%)이었고, 평균연령은 24.9 ± 3.8 (범위 20-34)세였다. 그룹별 특성은 그룹 1은 남성 4명(20%), 여성 16명(80%)이었고, 평균연령은 24.7 ± 3.4 (범위 20-31)세였으며, 그룹 2는 남성 7명(35%), 여성 13명(65%), 평균연령은 25.0 ± 4.2 (범위 20-34)세였다. 시력 교정 수술을 받은 사람은 대조군에서는 3명, 실험군에서는 5명이었고, 두 군 모두에

서 평균 신장, 평균 체중, 평균 체질량 지수(Body Mass Index), 음료 섭취 전의 평균 안압, 평균 혈압 등은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$) (Table 1).

골드만 압평안압계로 측정된 안압 변화는 카페인이 포함된 에너지 음료를 마신 후에 음료 섭취 전에 비해 음료 섭취 후 24시간까지 전반적으로 상승해 있는 것을 관찰할 수 있고, 안압이 가장 많이 상승한 구간은 음료 섭취 60분 ($p<0.05$)이며, 음료섭취 전에 비해 음료섭취 30분, 60분, 90분, 120분, 12시간($p<0.05$)에서 통계적으로 유의할 만큼 증가하였다. 반면, 카페인이 포함되지 않은 음료를 마신 후의 안압은 음료 섭취 전보다 섭취 후 유의한 변화가 없음을 알 수 있었다(Fig. 2A). 이에 두 그룹 간의 측정 시기별 차이를 살펴본 결과 카페인이 포함된 에너지 음료를 마신 그룹과 카페인이 포함되지 않은 음료를 마신 그룹 간에 골드만 압평안압계로 측정된 안압은 30분, 60분, 90분, 120분($p<0.05$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

ORA로 측정된 안압 변화를 살펴보면 카페인이 포함된 에너지 음료를 마신 후 음료 섭취 전에 비해 음료 섭취 후 30분, 60분, 12시간($p<0.05$)에서 통계적으로 유의할 만큼 증가하였다. 반면, 카페인이 포함되지 않은 음료를 마신 후의 안압은 음료 섭취 전보다 섭취 후의 변화가 없음을 알 수 있었다(Fig. 2B). 이에 두 그룹 간의 측정 시기별 차이를 살펴본 결과, 골드만 압평안압계로 측정된 안압 변화와 유사한 패턴을 보이며 두 그룹에서 30분, 60분, 90분($p<0.05$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

본 연구에서 카페인이 포함되어 있는 에너지 음료 섭취 후 골드만압평안압계로 측정된 안압은 음료 섭취 60분 후에 평균 안압의 차이가 1.73 ± 0.46 mmHg로 가장 많이 상승하였고, 마찬가지로 ORA로 측정된 안압도 60분 후에 가장 많이 상승하였으며, 그 상승폭은 1.06 ± 0.78 mmHg였다 (Table 3).

Table 2. Intraocular pressure (IOP) and blood pressure (BP) in mm Hg by caffeinated energy drink and caffeine free drink consumption comparing of each variable between two groups

	Measurement time	Caffeine free drink	Caffeinated energy drink	p-value
IOP _{GAT} (mm Hg)	Baseline	13.70 ± 1.86	13.20 ± 1.56	0.186*
	30 minutes	13.58 ± 1.85	14.45 ± 2.12	0.046*
	60 minutes	13.85 ± 1.61	14.93 ± 2.02	0.008*
	90 minutes	13.55 ± 1.63	14.85 ± 1.55	0.000*
	120 minutes	13.53 ± 1.40	14.20 ± 1.34	0.025*
	12 hours	13.98 ± 1.79	14.25 ± 1.74	0.477*
	24 hours	13.65 ± 1.58	13.35 ± 1.61	0.394*
IOP _{ORA} (mm Hg)	Baseline	13.41 ± 2.01	13.30 ± 1.42	0.765*
	30 minutes	13.37 ± 2.27	14.35 ± 2.16	0.044*
	60 minutes	13.23 ± 1.92	14.37 ± 2.20	0.012*
	90 minutes	12.85 ± 1.84	13.75 ± 1.87	0.027*
	120 minutes	12.75 ± 1.95	13.43 ± 1.54	0.080*
	12 hours	13.72 ± 2.03	14.21 ± 1.86	0.259*
	24 hours	13.18 ± 1.89	13.33 ± 1.58	0.696*
Systolic BP (mm Hg)	Baseline	110.05 ± 13.71	112.00 ± 11.16	0.655 [†]
	30 minutes	109.00 ± 14.59	117.10 ± 11.57	0.098 [†]
	60 minutes	108.80 ± 13.79	117.15 ± 12.44	0.072 [†]
	90 minutes	109.65 ± 11.28	114.10 ± 10.17	0.198 [†]
	120 minutes	109.65 ± 11.83	115.20 ± 11.42	0.116 [†]
	12 hours	111.10 ± 8.35	116.30 ± 12.67	0.261 [†]
	24 hours	110.10 ± 11.68	113.45 ± 11.38	0.379 [†]
Diastolic BP (mm Hg)	Baseline	69.25 ± 11.22	64.60 ± 10.23	0.122 [†]
	30 minutes	68.05 ± 9.97	68.25 ± 7.47	0.935 [†]
	60 minutes	67.55 ± 10.87	69.25 ± 8.80	0.655 [†]
	90 minutes	68.90 ± 9.74	68.00 ± 9.09	0.946 [†]
	120 minutes	67.95 ± 10.67	67.80 ± 8.81	0.968 [†]
	12 hours	71.50 ± 7.81	70.85 ± 8.80	0.714 [†]
	24 hours	69.85 ± 8.93	67.05 ± 9.73	0.297 [†]

Values are presented as mean ± SD.

IOP_{GAT} = IOP measurement of a Goldmann applanation tonometer; IOP_{ORA} = IOP measurement of an ocular response analyzer.

*Generalized mixed-effects model (n = 40); [†]Mann-Whitney test (n = 20).

수축기 혈압의 변화를 살펴보면 카페인이 포함된 에너지 음료를 마신 후 음료 섭취 전에 비해 음료 섭취 후 수축기 혈압의 상승된 변화가 있었으나 통계적으로 유의할 만큼의 증가는 아닌 것으로 나타났다($p > 0.05$). 또한 카페인이 포함되지 않은 음료를 마신 후의 수축기 혈압은 음료 섭취 전보다 섭취 후의 변화가 없음을 알 수 있었다(Fig. 3A, Table 4, 5). 이에 두 그룹 간의 측정 시기별 차이를 살펴본 결과 수축기 혈압 차이는 통계적으로 무의미한 것으로 나타났다(Table 2).

마지막으로 이완기 혈압을 살펴보면 카페인이 포함된 에너지 음료를 마신 그룹에서 12시간($p < 0.05$)에서 음료 섭취 전에 비해 혈압이 상승하였지만, 카페인이 포함되지 않은 음료를 마신 그룹의 이완기 혈압은 음료 섭취 전보다 섭취 후의 변화가 없음을 알 수 있었다(Fig. 3B). 이에 두 그룹 간 측정 시기별 차이를 살펴본 결과 이완기 혈압 차이는 통계적으로 무의미한 것으로 나타났다(Table 2).

본 연구에서 카페인이 포함되어 있는 에너지 음료 섭취 후 수축기 혈압은 음료 섭취 60분 후에 평균 수축기 혈압의 차이가 5.15 ± 7.60 mmHg로 가장 많이 상승하였고, 이완기 혈압은 12시간에 가장 많이 상승하였으며, 그 상승폭은 6.25 ± 5.89 mmHg였다(Table 3).

고 찰

본 연구 결과는 카페인 섭취가 안압 상승과 연관성이 있다고 보고한 이전의 다른 연구와 비슷한 결과를 보였다. Avisar et al⁸은 정상 안압 녹내장 환자들, 고안압증 환자들을 대상으로 180 mg의 카페인이 포함되어 있는 커피 또는 3.6 mg의 카페인이 포함되어 있는 디카페인 커피를 마시게 한 후 30, 60, 90분 후의 안압과 혈압을 측정하였는데, 음료 섭취 60분, 90분 후의 안압 변화와 이완기 혈압의 변화가

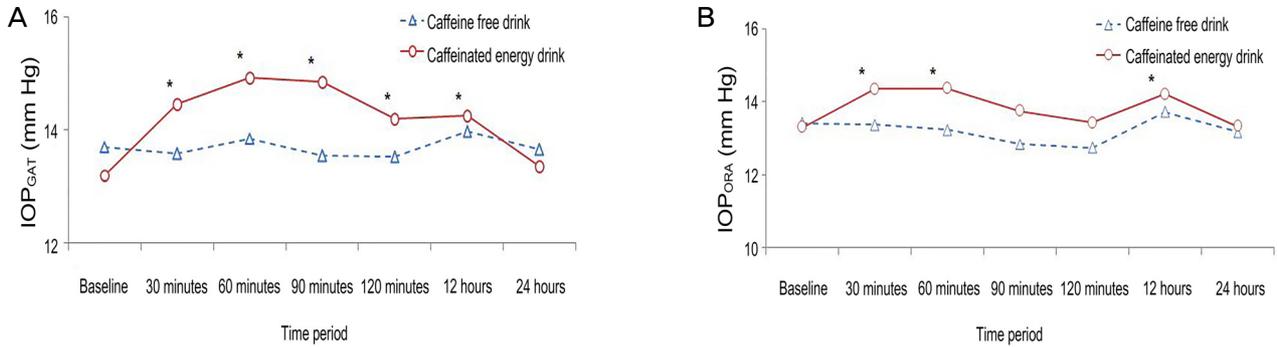


Figure 2. (A) Intraocular pressure (IOP) measured by Goldmann applanation tonometer of caffeine free drink group and caffeinated energy drink group. (B) IOP measured by ocular response analyzer of caffeine free drink group and caffeinated energy drink group. IOP_{GAT} = IOP measurement of a Goldmann applanation tonometer; IOP_{ORA} = IOP measurement of an ocular response analyzer. *Bonferroni *p*-value, *p* < 0.05.

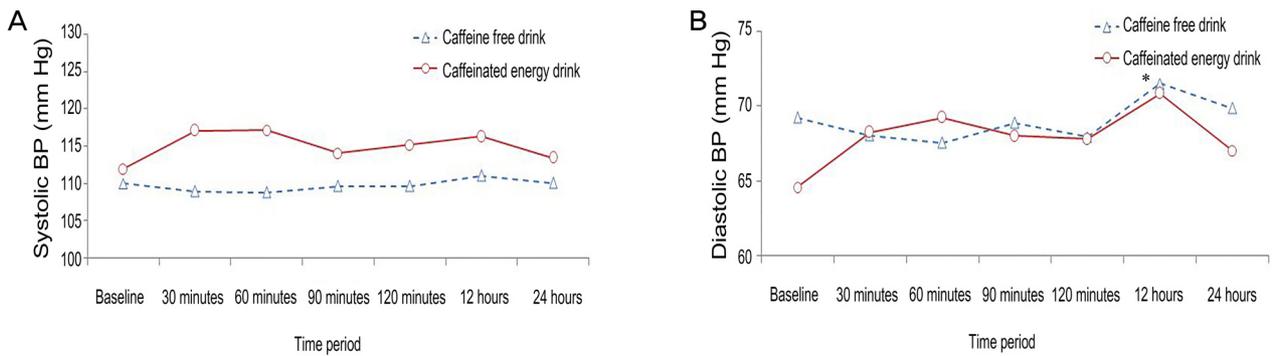


Figure 3. (A) Systolic blood pressure of caffeine free drink group and caffeinated energy drink group. (B) Diastolic blood pressure of caffeine free drink group and caffeinated energy drink group. BP = blood pressure. *Bonferroni *p*-value, *p* < 0.05.

Table 3. Mean change in intraocular pressure (IOP) after caffeinated energy drink and caffeine free drink consumption

		Time					
		30 minutes	60 minutes	90 minutes	120 minutes	12 hours	24 hours
IOP _{GAT} (mm Hg)	Caffeine free drink	-0.13 ± 0.76	0.15 ± 0.95	-0.15 ± 1.03	-0.18 ± 1.17	0.28 ± 1.02	-0.05 ± 0.70
	Caffeinated energy drink	1.25 ± 1.35	1.73 ± 1.40	1.65 ± 1.55	1.00 ± 1.22	1.05 ± 1.04	0.15 ± 0.77
IOP _{ORA} (mm Hg)	Caffeine free drink	-0.05 ± 1.31	-0.18 ± 1.14	-0.57 ± 1.31	-0.67 ± 1.64	0.31 ± 1.50	-0.24 ± 1.35
	Caffeinated energy drink	1.05 ± 1.46	1.06 ± 1.89	0.45 ± 1.99	0.13 ± 1.57	0.91 ± 1.39	0.03 ± 0.99

Values are presented as mean ± SD.

IOP_{GAT} = IOP measurement of a Goldmann applanation tonometer; IOP_{ORA} = IOP measurement of an ocular response analyzer.

통계적으로 유의하였다고 보고하였다. Ajayi and Ukwade¹¹는 젊고 건강한 나이저리아 성인들을 대상으로 60-100 mg의 카페인 포함 커피 또는 3-5 mg의 카페인 포함되어 있는 디카페인 커피를 섭취하고 30, 60, 90분 후의 안압과 혈압 변화를 측정하였는데, 커피를 섭취한 그룹에서 90분 후까지 안압과 혈압의 상승이 있었다는 결과를 얻었다. 앞의 두 연구는 카페인 커피 섭취 그룹과 디카페인 커피 섭취 그룹에서 커피 섭취 90분 후까지의 안압과 혈압을 비교

하였고, 90분까지 두 그룹 간에 유의한 차이가 있다고 보고하였다. 본 연구에서는 음료 섭취 30분, 60분, 90분 후뿐만 아니라 2시간, 12시간, 24시간 후의 안압, 혈압 변동을 측정함으로써 안압, 혈압의 변화가 언제까지 지속되는지 측정해 보았다. 본 연구에서 각 군 내에서의 안압 및 혈압 변화를 종합적으로 살펴보면, 카페인이 포함된 에너지 음료를 마신 경우에 안압은 섭취 이후부터 상승하여 24시간까지 상승되어 있는 양상을 보이며 12시간까지 통계적으로 유의

Table 4. Mean change in blood pressure (BP) after caffeinated energy drink and caffeine free drink consumption

		Time					
		30 minutes	60 minutes	90 minutes	120 minutes	12 hours	24 hours
Systolic BP (mm Hg)	Caffeine free drink	-1.05 ± 5.12	-1.25 ± 9.12	-0.57 ± 1.31	-0.40 ± 9.61	1.05 ± 8.42	0.05 ± 7.87
	Caffeinated energy drink	5.10 ± 6.93	5.15 ± 7.60	2.10 ± 5.48	3.20 ± 6.13	4.30 ± 7.20	1.45 ± 6.46
Diastolic BP (mm Hg)	Caffeine free drink	-1.20 ± 5.17	-1.70 ± 7.83	-0.35 ± 8.79	-1.30 ± 6.46	2.25 ± 7.53	0.60 ± 5.87
	Caffeinated energy drink	3.65 ± 5.57	4.65 ± 7.84	3.40 ± 7.17	3.20 ± 6.05	6.25 ± 5.89	2.45 ± 6.02

Values are presented as mean ± SD.

할 만큼 증가하였다. 수축기 및 이완기 혈압도 안압의 변화와 비슷하게 음료 섭취 후 24시간까지 상승된 양상을 보이거나 통계적 유의성은 보이지 않았다. 이에 반해 카페인이 없는 음료를 마신 경우에 음료 섭취 전후의 안압 및 혈압은 모두 유의한 변화가 없었다. 각 시점에서 두 군 간의 안압을 서로 비교하였을 때, 30분, 60분, 90분, 120분까지 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었고, 12시간에서는 통계적으로 유의한 차이가 보이지 않았는데, 이는 안압이 아침에 가장 상승하는 정상적인 일중 변동의 영향에 의한 것이라 생각해 볼 수 있다. 음료 섭취 12시간 후의 안압은 대부분 오전 6시에서 9시 사이에 측정되었는데, 카페인이 포함된 음료를 마신 경우에는 기저 안압에 비해 유의한 증가가 있었고, 카페인이 포함되지 않은 음료를 마신 경우에는 기저 안압에 비해 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 상승된 양상을 나타내었다. 이러한 양상으로 인하여 12시간 후의 두 군 간의 안압 차이는 30, 60, 90, 120분에서의 차이에 비하여 감소하였고, 통계적 유의성은 없었던 것으로 생각된다.

카페인은 방수의 생산을 증가시키는 작용 또는 방수의 유출을 억제하는 작용 중 하나의 기전으로 안압을 올린다고 알려져 있다. 첫 번째 기전으로는 카페인이 포스포다이에스테라제(Phosphodiesterase)의 억제제로써 작용하여 세포 내 cyclic adenosine monophosphate를 증가시키는 역할을 하는데 이는 섬모체에서의 방수 생산을 증가시킨다.¹² 두 번째 기전으로 카페인은 다른 메틸잔틴(methylxanthine)처럼 아데노신 수용체의 결합을 방해한다.¹³ 아데노신 수용체의 결합이 방해를 받음으로써 전방각 평활근의 긴장은 약화되고 방수가 실렘관으로 유출되는 천공(fenestrae)이 닫히게 됨으로써 방수의 유출이 감소하게 된다. 이와 같은 두 가지 효과로 인해 안압은 상승하게 된다고 받아들여지고 있다. 그리고 Adams and Brubaker⁶의 연구에 의하면, 카페인은 섭취 이후 60분, 90분에 수축기 혈압의 증가를 보인다고 알려져 있다. 이러한 연구 결과는 Cavalcante et al¹⁴이 정상인을 대상으로 한 연구에서의 결과와도 비슷하고, Hartley et al¹⁵이 고혈압 환자들을 대상으로 시행한 연구에

서의 결과와도 비슷하다. 건강한 참가자를 대상으로 한 본 연구에서도 이와 비슷하게 음료 섭취 30분, 60분 후에 수축기, 이완기 혈압이 의미 있게 상승하는 양상이 관찰되었다. Onrot et al¹⁶은 자율 신경계 장애가 있는 환자들을 대상으로 한 연구에서 카페인이 혈압에 미치는 영향은 말초혈관 저항(peripheral vascular resistance)의 증가가 중요한 역할을 한다고 하였는데, 카페인이 중추신경계에서 아데노신 A₁ 수용체의 결합을 방해함으로써 혈관수축 물질들의 분비를 증가시키고, 말초신경에서 아데노신 A₂ 수용체의 결합을 방해함으로써 혈관수축을 야기하여 혈압을 상승시킨다고 알려져 있다.¹⁴

본 연구의 한계점은, 두 음료에 포함되어 있는 여러 성분들 중 카페인 이외의 성분들이 안압 또는 혈압에 미칠 수 있는 영향을 완전히 배제할 수 없었던 점, 에너지 음료 속에 포함된 카페인의 양을 조금 더 세분화해서 시행치 못했다는 점 등을 들 수 있다. Chandrasekaran et al⁹은 개방각 녹내장 환자들을 대상으로 카페인 섭취량을 100 mg, 200 mg, 300 mg을 기준으로 세분화해서 카페인의 양에 따른 안압 변화 정도에 대해서 비교하였는데, 본 연구에서는 카페인 350 mg에 대해서만 분석하였다. 이러한 한계에 대해서는 추후에 다양한 양의 카페인이 포함된 에너지 음료를 마신 이후의 안압과 혈압을 측정하는 연구를 시행한다면 더 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 것이라 생각한다. 하지만 이전의 많은 연구에서 카페인과 안압 상승과의 연관성에 대해 보고하였으나, 이는 대부분 커피에 포함된 카페인의 연관성에 관한 것이었다. 이에 반해 본 연구에서는 최근 젊은 연령층에서 수요가 급격하게 증가하고 있으면서 카페인의 양은 커피와 비슷한 정도인 에너지 음료와 안압과의 연관성에 관해서 장시간 변화를 살핀 연구였다는 점에서 의미가 있다고 볼 수 있다.

결론적으로 350 mg의 카페인이 포함되어 있는 에너지 음료 섭취 후 안압 변동은 음료 섭취 12시간 후까지 통계적으로 유의성을 보일 만큼 증가되었고, 상승된 안압은 24시간까지도 유지될 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 녹내장과

Table 5. Intraocular pressure (IOP) and blood pressure (BP) in mm Hg by caffeinated energy drink and caffeine free drink consumption comparing of the changes from baseline according to the time measured in each group

	Measurement time	Caffeine free drink	<i>p</i> -value*	Caffeinated energy drink	<i>p</i> -value*
IOP _{GAT} (mm Hg)	Baseline	13.70 ± 1.86		13.20 ± 1.56	
	30 minutes	13.58 ± 1.85	1.000	14.45 ± 2.12	0.000
	60 minutes	13.85 ± 1.61	1.000	14.93 ± 2.02	0.000
	90 minutes	13.55 ± 1.63	1.000	14.85 ± 1.55	0.000
	120 minutes	13.53 ± 1.40	1.000	14.20 ± 1.34	0.000
	12 hours	13.98 ± 1.79	1.000	14.25 ± 1.74	0.000
	24 hours	13.65 ± 1.58	1.000	13.35 ± 1.61	1.000
	<i>p</i> -value	0.06 [†]		0.000 [†]	
IOP _{ORA} (mm Hg)	Baseline	13.41 ± 2.01		13.30 ± 1.42	
	30 minutes	13.37 ± 2.27	1.000	14.35 ± 2.16	0.001
	60 minutes	13.23 ± 1.92	1.000	14.37 ± 2.20	0.021
	90 minutes	12.85 ± 1.84	0.195	13.75 ± 1.87	1.000
	120 minutes	12.75 ± 1.95	0.305	13.43 ± 1.54	1.000
	12 hours	13.72 ± 2.03	1.000	14.21 ± 1.86	0.004
	24 hours	13.18 ± 1.89	1.000	13.33 ± 1.58	1.000
	<i>p</i> -value	0.034 [†]		0.000 [†]	
Systolic BP (mm Hg)	Baseline	110.05 ± 13.71		112.00 ± 11.16	
	30 minutes	109.00 ± 14.59	1.000	117.10 ± 11.57	0.089
	60 minutes	108.80 ± 13.79	1.000	117.15 ± 12.44	0.158
	90 minutes	109.65 ± 11.28	1.000	114.10 ± 10.17	1.000
	120 minutes	109.65 ± 11.83	1.000	115.20 ± 11.42	0.687
	12 hours	111.10 ± 8.35	1.000	116.30 ± 12.67	0.341
	24 hours	110.10 ± 11.68	1.000	113.45 ± 11.38	1.000
	<i>p</i> -value	0.875 [†]		0.015 [†]	
Diastolic BP (mm Hg)	Baseline	69.25 ± 11.22		64.60 ± 10.23	
	30 minutes	68.05 ± 9.97	1.000	68.25 ± 7.47	0.195
	60 minutes	67.55 ± 10.87	1.000	69.25 ± 8.80	0.355
	90 minutes	68.90 ± 9.74	1.000	68.00 ± 9.09	1.000
	120 minutes	67.95 ± 10.67	1.000	67.80 ± 8.81	0.643
	12 hours	71.50 ± 7.81	1.000	70.85 ± 8.80	0.003
	24 hours	69.85 ± 8.93	1.000	67.05 ± 9.73	1.000
	<i>p</i> -value	0.219 [†]		0.007 [†]	

Values are presented as mean ± SD.

IOP_{GAT} = IOP measurement of a Goldmann applanation tonometer; IOP_{ORA} = IOP measurement of an ocular response analyzer.

*Bonferroni *p*-value; [†]Tests of Within-Subjects Contrasts of time.

녹내장 의증 등 안압 상승이 질병의 발생과 진행에 영향을 줄 수 있는 경우에는 카페인이 포함된 에너지 음료 섭취에 유의할 필요가 있을 것이다.

REFERENCES

- 1) Rang HP, Dale MM, Ritter JM. Pharmacology, 3rd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1995;283-7.
- 2) Whitsett TL, Manion CV, Christensen HD. Cardiovascular effects of coffee and caffeine. Am J Cardiol 1984;53:918-22.
- 3) Smits P, Thien T, Van't Laar A. The cardiovascular effects of regular and decaffeinated coffee. Br J Clin Pharmacol 1985;19:852-4.
- 4) Sung BH, Whitsett TL, Lovallo WR, et al. Prolonged increase in blood pressure by a single dose of caffeine in mildly hypertensive man. Am J Hypertens 1994;7:755-8
- 5) Mathew RJ, Wilson WH. Caffeine induced changes in cerebral circulation. Stroke 1985;16:814-7.
- 6) Adams BA, Brubaker RF. Caffeine has no clinically significant effect on aqueous humor flow in the normal human eye. Ophthalmology 1990;97:1030-1 .
- 7) Chandra P, Gaur A, Varma S. Effect of caffeine on the intraocular pressure in patients with primary open angle glaucoma. Clin Ophthalmol 2011;5:1623-9.
- 8) Avisar R, Avisar E, Weinberger D. Effect of coffee consumption on intraocular pressure. Ann Pharmacother 2002;36:992-5.
- 9) Chandrasekaran S, Rohtchina E, Mitchell P. Effects of caffeine on intraocular pressure: the Blue Mountains Eye Study. J Glaucoma 2005;14:504-7.
- 10) Kang JH, Willett WC, Rosner BA, et al. Caffeine consumption and the risk of primary open angle glaucoma: a prospective cohort study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008;49:1924-31.
- 11) Ajayi OB, Ukwade MT. Caffeine and intraocular pressure in a Nigerian population. J Glaucoma 2001;10:25-31.
- 12) Benowitz NL. Clinical pharmacology of caffeine. Annu Rev Med

- 1990;41:277-88.
- 13) Laurence DR, Bennett PN. Clinical pharmacology, 7th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1994;291-5.
- 14) Cavalcante JW, Santos PR Jr, Menezes MG, et al. Influence of caffeine on blood pressure and platelet aggregation. Arq Bras Cardiol 2000;75:97-105.
- 15) Hartley TR, Sung BH, Pincomb GA, et al. Hypertension risk status and effect of caffeine on blood pressure. Hypertension 2000;36:137-41.
- 16) Onrot J, Goldeberg MR, Biaggioni I, et al. Hemodynamic and humoral effects of caffeine in autonomic failures. Therapeutic implications for postprandial hypotension. N Engl J Med 1985;313:549-54.

= 국문초록 =

젊은 연령층에서의 에너지 음료 섭취와 안압과의 상관관계

목적: 최근 젊은 연령층에서 수요가 증가하고 있는 에너지 음료 섭취와 안압 및 혈압의 변화와 연관성에 대해 알아보고자 한다.

대상과 방법: 2013년 8, 9월 기저질환이 없는 20, 30대의 젊은 연령층 40명, 80안을 대상으로 무작위로 두 군을 분류하여 연구를 시행하였다. 그룹1(40안)은 카페인 없는 비타민 음료를 마시게 하고, 그룹2(40안)는 카페인이 들어있는 에너지 음료를 마시게 하였으며, 음료 섭취 직전, 섭취 이후 30, 60, 90, 120분, 12, 24시간의 안압과 혈압을 측정하였다. 세 달 뒤, 음료를 맞바꾸어 동일한 연구를 시행한 후 그 결과를 비교하였다.

결과: 카페인이 포함된 에너지 음료를 섭취하기 전의 안압은 13.2 ± 1.56 (mmHg)이었고, 음료 섭취 후 30분에 14.45 ± 2.12 , 60분 14.93 ± 2.02 , 90분 14.85 ± 1.55 , 120분 14.2 ± 1.34 , 12시간 14.25 ± 1.74 , 24시간에 13.35 ± 1.61 로 증가하였으며, 음료 섭취 30, 60, 90, 120분, 12시간 후의 안압은 통계적으로 유의한($p < 0.05$) 차이를 보였다. 혈압은 에너지 음료 섭취 후 상승하였으나 유의한 차이는 보이지 않았고, 카페인이 없는 음료를 마신 경우 안압, 혈압은 모두 의미 있는 변화를 보이지 않았다.

결론: 카페인이 포함된 에너지 음료 섭취 30, 60, 90, 120분, 12시간 후에 측정한 안압이 음료 섭취 전에 비해 유의하게 증가하였으므로 녹내장과 녹내장 의증 환자에서는 최근 많이 소비되고 있는 카페인이 포함된 에너지 음료의 섭취 시 주의를 기울여야 할 것이다. (대한안과학회지 2015;56(7):1096-1103)
