

体位与眼压研究进展

邓文^{1,2}, 叶长华^{1,2}

引用: 邓文, 叶长华. 体位与眼压研究进展. 国际眼科杂志 2019; 19(5): 778-782

作者单位: ¹(410000) 中国湖南省长沙市, 长沙爱尔眼科医院; ²(410000) 中国湖南省长沙市, 中南大学爱尔眼科学院

作者简介: 邓文, 毕业于中南大学, 硕士, 医师, 研究方向: 青光眼及白内障。

通讯作者: 叶长华, 毕业于中南大学, 博士, 教授, 主任医师, 科主任, 硕士研究生导师, 研究方向: 青光眼及白内障. yechang-hua@csu.edu.cn

收稿日期: 2018-11-01 修回日期: 2019-03-29

摘要

青光眼是受多因素影响的不可逆性致盲眼病, 眼压升高是已知最重要的危险因素。研究普遍认为眼压越高, 眼压波动越大, 青光眼性视神经损害越严重。全身和局部因素变化都可能影响到患者的眼压, 而体位是其中重要因素之一。青光眼患者眼压受体位变化的影响普遍大于正常人。体位与眼压的关系在青光眼的日常诊疗和管理中起到重要作用, 也越来越得到眼科医生的关注, 本文主要就体位与眼压的研究进展及可能机制进行综述。

关键词: 体位; 眼内压; 青光眼

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2019.5.16

Research progress on body position and intraocular pressure

Wen Deng^{1,2}, Chang-Hua Ye^{1,2}

¹Changsha Aier Eye Hospital, Changsha 410000, Hunan Province, China; ²Aier School of Ophthalmology, Central South University, Changsha 410000, Hunan Province, China

Correspondence to: Chang-Hua Ye. Changsha Aier Eye Hospital, Changsha 410000, Hunan Province, China. yechang-hua@csu.edu.cn

Received: 2018-11-01 Accepted: 2019-03-29

Abstract

• Glaucoma is a multiple factor affecting irreversible blindness. Ocular hypertension is the most important risk factor. It is generally believed that the higher the intraocular pressure is, the greater the intraocular pressure fluctuation, the more serious the glaucomatous optic nerve damage is. Changes in body and local factors may affect the intraocular pressure of patients, and body position is one of the important factors. The influence of body position on intraocular pressure in glaucoma

patients is generally greater than that in normal subjects. Therefore, the relationship between position and intraocular pressure plays an important role in the daily diagnosis and management of glaucoma, and it is also getting more and more attention of the ophthalmologists. This article mainly reviews the recent research and possible mechanism of the body position on intraocular pressure.

• KEYWORDS: position; intraocular pressure; glaucoma

Citation: Deng W, Ye CH. Research progress on body position and intraocular pressure. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2019;19(5): 778-782

0 引言

青光眼作为目前全球第1位不可逆性致盲眼病^[1], 严重威胁人类视觉健康。Quigley等^[2]预测至2020年全球青光眼患者约7960万, 其中青光眼致盲人数将达到500多万, 且女性和亚洲人占比将上升。2016年一项Meta分析^[3]指出2010年全世界就有210万由青光眼引起的盲者, 其在世界各种原因致盲人数占比达到6.6%。这一数据仍在不断增加, 突显青光眼全球负担日益加重。青光眼是多因素引起的以特征性的视神经萎缩和视野缺损伴眼压升高的不可逆性致盲疾病^[4], 研究发现体位引起眼压大幅波动是青光眼视神经损害、视野进展的主要风险因素之一, 眼压波动越大, 青光眼性视神经损害越严重。Hirooka等^[5]报道体位引起的眼压波动与青光眼视野缺损具有相关性, POAG患者体位引起的眼压波动越大视神经损害越严重^[6]。正常眼压性青光眼患者, 水平仰卧位时眼压升高程度与视野损害相关^[7]。体位引起的眼压大幅波动可能会加速青光眼病程进展, 越来越受到临床医生关注, 了解体位引起的眼压变化有助于青光眼的治疗和管理。

1 体位变化对眼压的影响

1.1 睡眠体位对青光眼患者眼压的影响 目前关于睡眠的各种体位变化对正常人及青光眼患者的眼压影响已有学者研究, 甄毅等^[8]对32例POAG患者和28名健康志愿者的睡眠体位对眼压影响进行研究, 使用Perkins眼压计测量眼压, POAG患者在平卧位眼压升高幅度均较正常人稍高, 而侧卧位POAG患者的眼压上升幅度明显高于健康人, 约3mmHg以上。Kaplowitz等^[9]采用睡眠视屏监测系统对178例青光眼患者进行一项侧卧位睡眠时间与眼压关系的研究, 视频分析发现大部分患者偏好右侧卧位睡眠习惯, 且侧卧位低位眼的眼压高于高位眼眼压。受试者偏好右侧卧位的睡眠时间比左侧卧位睡眠时间平均多约19%, 偏好右侧卧位的患者低位视网膜神经纤维层丢失更多, 视野进展更快。该研究在人体自然睡眠状态下进行眼压监测, 较真实反映了眼压的状况。总之, 无论正常人

还是青光眼患者,侧卧时眼压变化比平卧时变化大,且开角型青光眼患者眼压受体位影响变化幅度较健康人群明显。关于卧位对眼压影响的研究对象国内多是成人,而儿童相关研究未见报道。Dosunmu 等^[10]对 47 例平均年龄 12 岁的已确诊或疑似青光眼患儿和正常儿童的仰卧位眼压研究发现,儿童坐位眼压低于平卧位眼压,但低于坐位眼压值平均不到 1mmHg,差异无统计学意义。提示儿童受体位引起的眼压波动幅度小,研究认为儿童患者因体位引起的眼压改变不太可能影响儿童青光眼的治疗管理,但该研究样本量的局限性使其结果并不能全面反映儿童患者体位变化对眼压的影响,但研究者对儿童患者的体位改变对眼压影响的研究值得关注,为儿童青光眼患者的日常生活管理提供了一些参考。

1.2 体位变化对硅油填充眼的影响 随着高度近视人群增多,老龄化社会来临,视网膜脱离患者增多,视网膜脱离行玻璃体切除术后填充硅油的患者增加,而术后需要体位配合治疗促进视网膜复位。目前国外关于体位变化对硅油眼患者眼压的影响已有报道。Pan 等^[11]对 18 例硅油眼患者与 24 例正常人多种体位进行研究,发现硅油眼患者在平卧位、左和右侧卧位、俯卧位和直立坐位以及面部朝前和朝下等多种体位的眼压均比正常人对应该体位眼压偏高。但硅油填充眼相对正常眼未产生具有统计学意义的眼压升高,研究者认为可能原因是硅油眼患者眼内均未完全充满硅油的缘故。同时研究发现硅油填充眼俯卧位眼压最高,也提醒临床上应密切关注硅油眼患者俯卧位引起的高眼压状态甚至继发青光眼的风险。

1.3 体位变化对高眼压症和可疑青光眼患者眼压影响 Piven 等^[12]研究了 41 例高眼压症或可疑性视盘改变的受试者,使用戈德曼压平眼压计测量患者侧卧位和坐位姿势眼压变化,结果约 80% 患者侧卧位眼压大于其坐位的最大眼压值,平均 67% 患者因体位变化引起的眼压升高在 2~5mmHg 之间,且超过 20% 患者眼压升高幅度达 6~12mmHg。研究者通过升降调整床位高度来配合使用戈德曼压平眼压计测量患者侧卧位眼压值,最大可能保证了眼压的精准测量。研究结果也提示识别部分受试者因体位变化引起的过度眼压升高可能影响到疾病治疗和视野进展,应该引起临床医生重视。

1.4 体位变化对青光眼白内障术后眼压的影响 青光眼患者行小梁切除术是临床常见手术方式^[13],随着眼科微创手术理念推进,粘小管成形术式也在快速开展。Quaranta 等^[14]将 54 例 POAG 患者分为小梁切除术组和粘小管成形术组,研究体位变化对两种术式眼压影响。结果发现由坐位到平卧位小梁切除术组患者眼压相比内路粘小管成形术组,其受体位的影响较小,小梁切除术组不仅能更好降低眼压,且能更有效地减少体位变化对眼压的影响。Park 等^[15]对 29 例单纯行白内障超声乳化联合人工晶状体植入术的患者术前与术后各体位眼压的变化研究发现,患者术后在坐位、平卧位和侧卧位眼压较术前眼压分别下降了 0.6、1.7 和 3.0mmHg,而非手术眼术后眼压没有明显变化。说明白内障超声乳化联合人工晶状体植入术后可以明显降低体位引起的眼压升高,尤其侧卧位眼压术后降低更明显。

1.5 俯卧位脊柱手术床位倾斜角度不同对眼压影响 文

献报道患者俯卧位脊柱手术后出现失明,病例罕见^[16],且引起手术医生高度重视。近几年关于外科俯卧位脊柱手术对眼压的影响多有研究。Carey 等^[17]开展了一项随机对照研究,对 19 例无眼部病史的患者俯卧位脊柱手术治疗的眼压观察发现,俯卧位眼压较平卧位明显升高,同时术中患者眼压升高与手术时长呈正相关,手术时间越长,眼压将进一步增加。同时水平俯卧位,和手术床向上倾斜 5°及倾斜 10°,其眼压依次呈下降趋势,说明术中手术床位向上倾斜角度有利于避免水平俯卧位引起的眼压升高幅度过大,同时也提醒手术医生当患者俯卧位手术时间过长是眼压升高的危险因素。Emery 等^[18]开展了类似研究,纳入 52 例行俯卧位腰椎融合手术患者,术中根据患者俯卧位头部平行床面和头部向上倾斜 10°测量眼压发现平行于床面其眼压均值为 27.59mmHg,头位向上倾斜 10°平均眼压为 23.33mmHg,两种不同角度俯卧位眼压差值约 4.24mmHg,差异具有统计学意义。郭翠娇等^[19]对 60 例患者俯卧位行后路脊柱手术不同头高脚低体位对眼压的影响进行研究,术中根据手术床上抬 0°、2.5°和 5°比较不同组眼压,发现术中患者床位上抬 5°组与 0°组眼压比较,眼压平均低于 0°组约 4mmHg。总之,患者行腰椎融合术时适当向上倾斜床位高度和尽量缩短手术时长,可以避免患者眼压升高幅度过大,术中体位干预可以减少围手术期对患者眼部功能可能造成伤害的风险。

1.6 不同头位高度变化对眼压的影响 Lee 等^[20]对 POAG 患者侧卧位随机 3 种头位高度(头部高于和低于躯干 30°及平行胸椎中心 0°体位)眼压测量研究,发现侧卧位不同头位高度,低位眼的眼压均高于高位眼的眼压,且眼压随头部位置升高而降低。患者在 30°头高位时眼压值最低,负 30°头低位时眼压值最高。Park 等^[21]对 71 例 POAG 患者不同抬高头位方法对眼压的影响发现患者平卧位床头抬高 30°、头部垫多个枕头抬高 30°及平卧位头部水平 0°之间比较发现,与平卧位头位水平 0°眼压相比,床头抬高 30°眼压明显降低约 2mmHg,而头部垫多个枕头抬高 30°头位眼压较平卧位头位水平 0°仅平均降低 0.8mmHg。同时发现视野平均缺损较好与较差眼在各种体位当中,两眼的的眼压波动未见明显差异。Wong 等^[22]对 23 例非青光眼患者左眼开展类似研究,受试者按睡眠枕头类型分组,结果却有不同,同一体位无论平卧位或侧卧位,软枕头组和硬枕头组的眼压比较均无差别,其研究认为睡眠时枕头的软硬引起的眼压波动影响甚微。总之,在卧位受试者不同方法抬高头位对眼压的影响不同,但可以明确抬高头位可以降低眼压。对于青光眼患者,如果喜欢侧卧睡眠不妨换一个相对高位睡枕,更有助于眼压控制。

1.7 体位变化对肥胖症患者眼压的影响 随着生活水平提高,肥胖患者日益增多^[23]。Lam 等^[24]对肥胖(BMI > 30kg/m²)患者体位变化对眼压影响进行研究,25 例病态肥胖者行减肥手术作为病例组,25 例年龄、性别等相匹配正常体质量作对照组。受试者均随机顺序进行 7 个体位(直立坐位,坐位颈部分别屈曲和伸展 30°体位,仰卧位,左、右侧卧位和半坐卧位 30°)的眼压测量。结果发现病态肥胖患者各体位眼压平均高于相应正常人约 2.5mmHg,但两组各体位性眼压变化幅度差异无统计学意义。19 例肥胖患者减肥术后与术前眼压比较发现其眼压平均较术

前下降 1.6mmHg,同时肥胖患者体质量下降 10%,其眼压平均降低 1.4mmHg。可见肥胖与眼压升高密切相关,减肥手术后眼压显著降低。荣敏娜等^[25]纳入 90 名健康志愿者,根据 BMI 分组,均进行 24h 眼压测量,结果也发现,随着体质量增加,眼压升高,主要表现在平均眼压和眼压峰值的升高。研究者认为肥胖患者眼压相对较高的可能原因是肥胖患者眶周脂肪较多,对眼球壁产生相对压迫作用增加。

1.8 瑜伽体位变化对眼压的影响 瑜伽源于古印度,练习瑜伽益于身心,国内练习瑜伽人群日益增多。但练习瑜伽体位对眼部产生的不利影响越来越受到关注^[26]。Baskaran 等^[27]纳入 75 例行头倒立式瑜伽体位健康志愿者,研究前对受试者的眼部生物参数进行测量。研究发现所有受试者在瑜伽姿势立马开始后眼压快速上升,由平均基线眼压 14.2±2.9mmHg 上升到 29.3±4.4mmHg,是基线眼压水平的 2 倍,差异具有统计学意义。维持该瑜伽体位 5min 后眼压继续上升达到 30.1±4.8mmHg,较体位开始时的眼压上升约 0.8mmHg,差异未见统计学意义。恢复坐位眼压平均为 17.5±4.1mmHg,较基线眼压升高约 2mmHg,差值有统计学意义。同时发现眼压升高的幅度大小与基线眼压水平相关,但所有受试者进行视神经检查未发现青光眼性的视神经改变。Gallardo 等^[28]关于头倒立式的瑜伽体位对青光眼患者视神经影响的病例报告中的观点不同于 Baskaran 等,研究发现正常眼压性青光眼患者进行头向下的瑜伽体位尤其是头倒立式瑜伽体位,发现患者出现了视野进展,同时排除了其他可能干扰视野进展的因素。Bertschinger 等^[29]也发现 1 例有 20a POAG 病史的 46 岁女性患者,近 1a 来进行瑜伽头低位的体位锻炼出现视野明显进展。发现该患者进行头低位垂直体位锻炼时,眼压由坐位 16mmHg 上升到 32mmHg。当要求患者停止任何形式的头低位瑜伽体位,几个月后患者视野进展得到控制。Monteiro 等报道 1a 患有先天性青光眼的 47 岁患者在进行头倒立式瑜伽体位时视神经损伤进展^[30]。Jasien 等^[31]对 20 名志愿者行头低位瑜伽体位练习的受试者眼压进行研究,结果发现在进行头部向下瑜伽体位时,眼压较坐位升高超过了 10mmHg,但正常人和青光眼患者的眼压升高幅度比较差异无统计学意义。研究提示瑜伽练习者尤其是青光眼患者在练习头低位甚至头部倒立式瑜伽体位时可能需要注意眼压的快速变化,其可能增加青光眼视野进展的风险。

1.9 慢跑运动对眼压的影响 运动可以引起眼压改变, Yan 等^[32]对 29 名年轻健康受试者慢跑 20min 前后眼压对比发现,运动后相较运动前的基础值眼压平均降低约 4.3mmHg。运动,尤其有氧运动证实与眼内压波动有关。研究结论指出,有氧运动可刺激交感神经兴奋引起小梁网和 Schlemm 氏管扩张,进而导致眼内压下降。此外,小梁网和 Schlemm 管可能有自主调节功能,它们的扩张和塌陷可能不完全依赖于眼内压。

2 体位引起眼压波动的机制探讨

大量研究证明青光眼患者或正常人卧位眼压会高于坐位眼压,而头低位体位时眼压会出现快速大幅升高。目前发现体位性的眼压变化与眼局部及全身流体力学变化密切相关,可能是眼压升高主要因素之一,但体位改变引

起眼压变化机制复杂,呈现多元化,主要就以下方面机制进行探讨。

2.1 上巩膜静脉压的变化 房水主要由睫状突产生,其生成率基本恒定,引起眼压升高最主要原因是房水排出阻力增加。房水的循环路径最终是经静脉入血,而由小梁网途径进入上巩膜静脉的房水占总量的 85% 左右,当上巩膜静脉压力增大势必影响房水回流速率,引起眼内压升高^[33],上巩膜静脉压与眼压变化密切相关^[34]。中国正常人群的上巩膜静脉压正常值约为 9.11mmHg^[35],在白天活动中较为稳定,但当从日常的直立坐位或站立转变为平卧位时将引起上巩膜静脉压的升高。因卧位引起的眼球与心脏的高度差消失,巩膜静脉回心血量减慢,上巩膜静脉压升高,最终眼压升高。研究发现由坐位到俯卧位身体向上倾斜 45° 时,上巩膜静脉压每升高 1.4mmHg 眼压约升高 1.7mmHg^[36]。上巩膜静脉压升高越大,引起眼压升高幅度也就越大。当倒立体位时^[37],上巩膜静脉血液回流严重受阻,上巩膜静脉压大幅上升,导致眼压升高幅度相较于其他体位时更大。

2.2 血压对眼压的影响 关于血压与眼压的关系多有研究^[38-39],眼压波动^[40]与血压变化密切相关,夜间血压降低可引起正常眼压性青光眼的进展^[41]。也有学者发现患者舒张压每升高 10mmHg 眼压可升高 0.44~0.85mmHg^[42]。当由直立坐位到平卧位时,上下腔静脉与心脏处于同一水平位置,回心血量增加约 30%,心输出量增加,收缩压升高进而眼动脉压随之增高,引起眼内压升高。当我们由坐位转变为卧位时,在重力的作用下头部血容量相对增多,眼灌注压相应增加,静脉压及眶内压力升高,房水排出阻力增大从而眼压上升。眼动脉压升高时,自身可以通过调节眼压、血流量和血管的舒缩,使器官维持正常的灌注压,当超出调节范围,则相应地引起血管压力、眼压等的异常。通过降低血压可以降低眼压,但是过低的血压可能会造成眼灌注压减少,进而导致青光眼患者视神经结构和功能的进一步损害。

2.3 脉络膜厚度变化对眼压的影响 脉络膜含有丰富血流,其厚度是指外侧与巩膜层相贴,内侧与视网膜色素层相连,这之间区域称为脉络膜厚度^[43]。Shinojima 等^[44]对 9 例健康受试者由坐位到头低位倾斜 10° 维持 15、30min 时发现,受试者的脉络膜厚度由初坐位的 300±31μm 随着头低位 10° 维持时间的延长脉络膜厚度分别增至 315±31、333±31μm,眼压由初坐位约 14mmHg 到维持头低位体位 30min 后眼压上升到约 21mmHg。也有报道头低脚高位体位时,脉络膜厚度会增加^[45],尤其在姿势开始时脉络膜厚度增加明显。总之体位变化引起的脉络膜厚度增加在眼压升高起到了重要作用,原因可能是头低位脉络膜血供^[46]增加,引起眼压升高。

2.4 脑脊液压力的影响 青光眼的发生和进展已知最重要的危险因素是眼压升高。某些特殊体位可出现眼压快速升高,但出现视神经或视野损害^[27]的报道并不常见,偶有练习瑜伽体位出现青光眼视野进展或眼部损害的个案报道^[28-29]。一些理论研究表明眼压与脑脊液压力的关系在青光眼的发生发展中可能起着重要作用^[47],有研究发现不同头低位倾斜眼压与颅内脑脊液压力密切相关^[48],脑脊液压力尤其对视神经的区域影响明显^[49]。王宁利教

授在脑脊液压力与青光眼的关系中发现,部分患者出现青光眼的发生发展是因为眼内压升高的情况下,而颅内压却偏低,二者失去平衡,导致跨筛板压力差增大,最终导致青光眼视神经病变^[50]。这可能有助解释为什么许多进行头低位甚至头倒立式体位锻炼眼压出现急剧升高,但未出现青光眼性的眼底损害,可能是体位引起的眼压升高的同时伴随着脑脊液压力的同步升高的代偿机制,从而避免了青光眼的发生。

3 体位引起眼压变化的意义及总结

总之,身体和头部位置的改变通过多种机制影响眼压变化。同时体位引起眼压改变具有个体差异性,受多种因素影响。费时较长的面朝下手术体位如腰椎融合术等,适当抬高头位同时注意控制手术时长利于控制眼压上升幅度,规避术中发生高血压风险。身体或头部向下倾斜时眼压会出现显著的升高,眼压升高的幅度大小与身体倾斜的角度密切相关,倒立体位眼压可出现急剧上升。体位变化对眼压的影响在青光眼患者日常管理中凸显重要性,规避不利体位引起的眼压升高对控制视野进展具有指导意义。同时当前体位变化对眼压的影响其监测的眼压是短时性的,有其局限性。相信随着眼压监测设备的进步,未来日常体位变化对眼压的影响会有一个持续长久的眼压监测,能够长时效了解体位对眼压的影响,给青光眼患者的日常生活管理提供更加科学有效的指导,促进青光眼的诊疗和管理规范。

参考文献

- Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA* 2014; 311(18): 1901-1911
- Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* 2006; 90(3): 262-267
- Bourne RR, Taylor HR, Flaxman SR, et al. Number of People Blind or Visually Impaired by Glaucoma Worldwide and in World Regions 1990-2010: A Meta-Analysis. *PLoS One* 2016; 11(10): e0162229
- Jonas JB, Aung T, Bourne RR, et al. Glaucoma. *Lancet* 2017; 390(10108): 2183-2193
- Hirooka K, Shiraga F. Relationship between Postural Change of the Intraocular Pressure and Visual Field Loss in Primary Open - Angle Glaucoma. *J Glaucoma* 2003; 12(4): 379-382
- Sodhi PK. Relationship between preferred sleeping position and asymmetric visual - field loss in open - angle glaucoma patients. *Am J Ophthalmol* 2014; 157(6): 1327
- Kiuchi T, Motoyama Y, Oshika T. Relationship of progression of visual field damage to postural changes in intraocular pressure in patients with normal-tension glaucoma. *Ophthalmology* 2006; 113(12): 2150-2155
- 甄毅, 王怀洲, 郝杰, 等. 体位对眼压测量的影响. *中华眼科杂志* 2014; 50(5): 333-337
- Kaplowitz K, Blizzard S, Blizzard DJ, et al. Time Spent in Lateral Sleep Position and Asymmetry in Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56(6): 3869-3874
- Dosunmu EO, Marcus I, Tung I, et al. Intraocular pressure in children: the effect of body position as assessed by Icare and Tono-Pen tonometers. *Am J Ophthalmol* 2014; 158(6): 1348-1352
- Pan J, Cheng D, Feng X, et al. Effect of body position on intraocular pressure in silicone oil tamponade eyes. *Retina* 2018; 38(5): 939-944
- Piven I, Glovinsky Y. Intraocular pressure curves of untreated glaucoma suspects and glaucoma patients in sitting and lateral decubitus positions using the goldmann applanation tonometer. *J Glaucoma* 2014; 23(8): 541-546

- Rulli E, Biagioli E, Riva I, et al. Efficacy and safety of trabeculectomy vs nonpenetrating surgical procedures: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Ophthalmol* 2013; 131(12): 1573-1582
- Quaranta L, Biagioli E, Riva I, et al. Effect of trabeculectomy and canaloplasty on intraocular pressure modifications after postural changes in open-angle glaucoma. *Acta Ophthalmol* 2014; 92(6): e498-499
- Park JH, Yoo C, Song JS, et al. Effect of cataract surgery on intraocular pressure in supine and lateral decubitus body postures. *Indian J Ophthalmol* 2016; 64(10): 727-732
- Shifa J, Abebe W, Bekele N, et al. A case of bilateral visual loss after spinal cord surgery. *Pan Afr Med J* 2016; 23: 119
- Carey TW, Shaw KA, Weber ML, et al. Effect of the degree of reverse Trendelenburg position on intraocular pressure during prone spine surgery: a randomized controlled trial. *Spine J* 2014; 14(9): 2118-2126
- Emery SE, Daffner SD, France JC, et al. Effect of Head Position on Intraocular Pressure During Lumbar Spine Fusion: A Randomized, Prospective Study. *J Bone Joint Surg Am* 2015; 97(22): 1817-1823
- 郭翠娇, 罗富荣, 梁先军. 不同角度头高脚低俯卧位对后路腰椎手术患者眼压的影响. *护理学报* 2011; 18(7B): 50-52
- Lee TE, Yoo C, Lin SC, et al. Effect of Different Head Positions in Lateral Decubitus Posture on Intraocular Pressure in Treated Patients With Open-Angle Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2015; 160(5): 929-936
- Park JH, Nam KT, Yoo C, et al. Head Elevation and Intraocular Pressure in Glaucoma. *Optom Vis Sci* 2016; 93(9): 1163-1170
- Wong MH, Lai AH, Singh M, et al. Sleeping posture and intraocular pressure. *Singapore Med J* 2013; 54(3): 146-148
- Kelly T, Yang W, Chen CS, et al. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32(9): 1431-1437
- Lam CT, Trope GE, Buys YM. Effect of Head Position and Weight Loss on Intraocular Pressure in Obese Subjects. *J Glaucoma* 2017; 26(2): 107-112
- 荣敏娜, 邓媛, 邓文, 等. 体质量指数对青少年 24 h 眼压波动的影响. *眼科新进展* 2018; 38(2): 150-152
- Pandurangi AK, Keshavan MS, Ganapathy V, et al. Yoga: Past and Present. *Am J Psychiatry* 2017; 174(1): 16-17
- Baskaran M, Raman K, Ramani KK, et al. Intraocular pressure changes and ocular biometry during Sirsasana (headstand posture) in yoga practitioners. *Ophthalmology* 2006; 113(8): 1327-1332
- Gallardo MJ, Aggarwal N, Cavanagh HD, et al. Progression of glaucoma associated with the Sirsasana (headstand) yoga posture. *Adv Ther* 2006; 23(6): 921-925
- Bertschinger DR, Mendrinos E, Dosso A. Yoga can be dangerous—glaucomatous visual field defect worsening due to postural yoga. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(10): 1413-1414
- de Barros DS, Bazzaz S, Gheith ME, et al. Progressive Optic Neuropathy in Congenital Glaucoma Associated with the Sirsasana Yoga Posture. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2008; 39(4): 339-340
- Jasien JV, Jonas JB, De Moraes CG, et al. Intraocular Pressure Rise in Subjects with and without Glaucoma during Four Common Yoga Positions. *PLoS One* 2015; 10(12): e0144505
- Yan X, Li M, Song Y, et al. Influence of Exercise on Intraocular Pressure, Schlemm's Canal, and the Trabecular Meshwork. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57(11): 4733-4739
- 钟毅敏, 彭大伟, 杨华胜. 上巩膜静脉压力计的临床应用. *中国实用眼科杂志* 2001; 19(2): 57-59
- Friberg TR, Sanborn G, Weinreb RN. Intraocular and Episcleral Venous Pressure Increase During Inverted Posture. *Am J Ophthalmol* 1987; 103(4): 523-526

35 Zhong Y, Peng D. Measurement of episcleral venous pressure in normal Chinese people. *Yan Ke Xue Bao* 2000; 16(3): 172-175

36 Arora N, McLaren JW, Hodge DO, et al. Effect of Body Position on Episcleral Venous Pressure in Healthy Subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(12): 5151-5156

37 Cramer H, Krucoff C, Dobos G. Adverse events associated with yoga: a systematic review of published case reports and case series. *PLoS One* 2013; 8(10): e75515

38 Levine RM, Yang A, Brahma V, et al. Management of Blood Pressure in Patients with Glaucoma. *Curr Cardiol Rep* 2017; 19(11): 109

39 Skrzypecki J, Grabska - Liberek I, Przybek J, et al. A common humoral background of intraocular and arterial blood pressure dysregulation. *Curr Med Res Opin* 2018; 34(3): 521-529

40 Weinreb RN, Khaw PT. Primary open-angle glaucoma. *Lancet* 2004; 363(9422): 1711-1720

41 Joe SG, Choi J, Sung KR, et al. Twenty-four hour blood pressure pattern in patients with normal tension glaucoma in the habitual position. *Korean J Ophthalmol* 2009; 23(1): 32-39

42 Klein BE, Klein R, Knudtson MD. Intraocular pressure and systemic blood pressure: longitudinal perspective: the Beaver Dam Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(3): 284-287

43 Turan KE, Sekeroglu HT, Baytaroglu A, et al. Normative values for

optical coherence tomography parameters in healthy children and interexaminer agreement for choroidal thickness measurements. *Arq Bras Oftalmol* 2018; 81(1): 3-6

44 Shinjima A, Iwasaki KI, Aoki K, et al. Subfoveal Choroidal Thickness and Foveal Retinal Thickness During Head-Down Tilt. *Aviat Space Environ Med* 2012; 83(4): 388-393

45 Rim TH, Lee CS, Kim K, et al. Assessment of choroidal thickness before and after steep Trendelenburg position using swept-source optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2015; 99(4): 493-499

46 Kaeser P, Orgul S, Zawinka C, et al. Influence of change in body position on choroidal blood flow in normal subjects. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(10): 1302-1305

47 Eklund A, Johannesson G, Johannesson E, et al. The pressure difference between eye and brain changes with posture. *Ann Neurol* 2016; 80(2): 269-276

48 Marshall-Goebel K, Mulder E, Bershad E, et al. Intracranial and Intraocular Pressure During Various Degrees of Head-Down Tilt. *Aerosp Med Hum Perform* 2017; 88(1): 10-16

49 Morgan WH, Balaratnasingam C, Lind CR, et al. Cerebrospinal fluid pressure and the eye. *Br J Ophthalmol* 2016; 100(1): 71-77

50 Wang N, Xie X, Yang D, et al. Orbital cerebrospinal fluid space in glaucoma: the Beijing intracranial and intraocular pressure (iCOP) study. *Ophthalmology* 2012; 119(10): 2065-2073