

OCT 在弱视患者眼底研究中的应用

马 媛,王 雪,王 月,王月霞,底 煜

引用:马媛,王雪,王月,等. OCT 在弱视患者眼底研究中的应用. 国际眼科杂志 2021;21(12):2086-2089

基金项目:国家自然科学基金资助项目(No.81600747);辽宁省教育厅科学研究经费项目(No.QNZR2020010)

作者单位:(110000)中国辽宁省沈阳市,中国医科大学附属盛京医院眼科

作者简介:马媛,女,在读硕士研究生,研究方向:斜弱视。

通讯作者:底煜,女,博士研究生,副教授,硕士研究生导师,研究方向:斜弱视、小儿眼科. diyu81@126.com

收稿日期:2021-03-18 修回日期:2021-11-01

摘要

弱视是一种常见的儿童眼部疾病,如未进行及时的矫正与治疗,将对儿童视力造成不可逆的损伤,导致单眼或双眼视力下降或丧失。弱视的发病原因复杂,目前具体发病机制尚不明确,主要集中于中枢学说与外周学说,既往传统观念认为弱视患者眼底无明显器质性改变。近年来光学相干断层扫描(OCT)技术迅速发展,作为一种便捷、直观的眼科检查手段,其安全无创、非接触性及快速清晰的优点,使OCT越来越多地应用于弱视患者的视网膜检查,弱视患者眼底结构存在的异常解剖学结构也逐渐被发现,为弱视的外周学说发病机制提供一定佐证和依据,对弱视的检查、治疗评估和预后也起到一定作用,本文对OCT技术对弱视患者视网膜厚度、脉络膜厚度及血管密度的研究情况进行综述。

关键词:弱视;光学相干断层扫描(OCT);视网膜厚度;脉络膜厚度;血管密度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.12.12

Application of OCT in the research of amblyopic fundus

Yuan Ma, Xue Wang, Yue Wang, Yue-Xia Wang, Yu Di

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (No.81600747); Liaoning Province Department of Education Fund (No.QNZR2020010)

Department of Ophthalmology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110000, Liaoning Province, China

Correspondence to: Yu Di. Department of Ophthalmology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110000, Liaoning Province, China. diyu81@126.com

Received: 2021-03-18 Accepted: 2021-11-01

Abstract

• Amblyopia is a common eye disease in children. If not corrected and treated in time, it will cause irreversible damage to children's vision, resulting in loss of vision in one or both eyes. The pathogenesis of amblyopia is

complex, and the specific pathogenesis is not clear at present, mainly focusing on the central theory and peripheral theory. Traditionally, there was no obvious organic change in the fundus of amblyopia patients. In recent years, optical coherence tomography (OCT) technology has developed rapidly. As a convenient and intuitive ophthalmic examination method, OCT has been increasingly used in retinal examination of amblyopia patients due to its advantages of safety, non-invasive, non-contact and rapid and clear. The abnormal anatomy structures of the amblyopia patients in fundus structure are also gradually been found. Providing some evidence and basis for peripheral theory of pathogenesis of amblyopia, amblyopia examine, postoperative evaluation and prognosis. In this article, the applications of OCT in retinal thickness, choroid thickness and vessel density are reviewed.

• **KEYWORDS:** amblyopia; optical coherence tomography (OCT); retinal thickness; choroid thickness; vessel density

Citation: Ma Y, Wang X, Wang Y, et al. Application of OCT in the research of amblyopic fundus. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(12):2086-2089

0 引言

弱视是一种儿童最常见的引起视力损害的疾病^[1],是指由屈光不正、屈光参差、斜视、形觉剥夺等原因引起的单眼、双眼视力下降或双眼视力相差两行的疾病,目前我国青少年中发病率约为2.8%,弱视的防治工作尤为重要^[2]。弱视并非不可治愈,但若不能及时发现弱视并进行治疗和弱视训练,可能会对患儿的视力造成不可逆的损害,因此对弱视治疗的年龄具有严格的控制^[3]。弱视发病原因复杂,目前发病机制尚未明确,为探讨弱视发病机制,多位学者从不同方向研究讨论,目前主要侧重中枢学说和外周学说两种。中枢学说认为大脑视皮层在生长发育过程中的损害造成了弱视的发生,并从大脑形态及脑内分子水平进行研究论证,在脑灰质白质体积^[4]、GABA^[5]、视觉皮层神经细胞活动^[6]等研究中发现异常。外周学说则认为弱视发病主要是由于眼部结构发生异常,以前认为弱视眼部无明显器质性改变,但是近些年随着眼底检查技术的发展,研究发现弱视眼部存在解剖学的异常。

光学相干断层扫描(optical coherence tomography,OCT)采用光波作为成像手段,具有非接触性、非侵入性、高度灵敏及高分辨率的特点,作为一种重要的眼科学检查方式,能够定量和直观地展示弱视患者的视网膜及脉络膜方面的结构异常,由于其无痛及快速的特点,在弱视儿童检查中占有优势。OCT衍生技术光学相干断层扫描血管成像(optical coherence tomography angiography,OCTA)技术更能在OCT基础上对眼底血管密度及血管面积进行测量及分析,目前共同应用于弱视眼的检查中^[7],从多方面为探究

弱视发病机制及治疗提供依据。本文将从 OCT 评价不同弱视患者视网膜厚度、脉络膜厚度、眼底血管密度及面积等方面展开论述。

1 OCT 研究弱视视网膜厚度变化

视网膜主要由视细胞、节细胞、色素上皮细胞等组成,具有感受光刺激的作用。黄斑区位于视网膜中央,是视力最敏感区,负责视觉和色觉,黄斑区中心凹处存在约 700 万视锥细胞及大量 X 神经节细胞,精密图像传入视锥细胞后,由 X 神经节细胞传入到大脑中枢 17 区,此处为掌握形觉细节的视觉中枢,所以黄斑区也被认为正常视觉的基础,任何累及黄斑部的病变都会引起视力的明显下降。下面将对不同类型弱视患者的视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) 厚度及黄斑区厚度进行叙述。

1.1 屈光参差性弱视 屈光参差性弱视为儿童单眼弱视最常见的类型,为双眼近视或远视相差 1.50D,或散光相差 1.00D,由于双眼度数相差较大,造成双眼成像大小不一致,或大脑难以将图像融合为一体,造成了视物模糊,其中远视性单眼弱视较近视性单眼弱视更为常见。张玮等^[8]在屈光参差性弱视中发现,弱视眼黄斑区厚度与鼻侧内圈厚度较对侧正常眼厚。李菲菲^[9]和胡兰等^[10]也利用 OCT 得出屈光参差患者弱视眼黄斑区厚度较对侧非弱视眼厚而其他区视网膜厚度无统计学差异的结论。陈午荷等^[11]仅对单眼近视性屈光参差性弱视患者进行检测,发现弱视眼黄斑区厚度及颞侧 RNFL 厚度较对侧眼明显增厚,并随着弱视的改善,黄斑区厚度减小。而陈嘉锡等^[12]对 89 例远视性屈光参差弱视患儿进行 OCT 黄斑区和 RNFL 厚度检测,发现弱视眼黄斑中心凹最小厚度及视网膜各区厚度均较对侧正常眼厚。与此不同的是,冯卓蕾等^[13]对 97 例屈光参差患者同样行 OCT 检查,仅在 11~20 岁分组中发现弱视眼与对侧非弱视眼 RNFL 存在统计学差异,而其他年龄组单眼弱视患者双眼 RNFL 厚度未见差异。

目前关于屈光参差性弱视的 OCT 检测中,大部分支持弱视眼黄斑区厚度较对侧健眼或正常对照组增加,而视网膜其他区厚度是否与正常眼存在差异的结论尚不统一,考虑这可能与试验组分组类型或患者年龄不同有关。其中大部分试验病例为儿童,而成人屈光参差弱视的视网膜厚度与儿童也具有不同^[14],这可能与在视觉发育可塑性的关键期内,视网膜神经纤维细胞是否发生凋亡与凋亡的程度有关。此外远视性与近视性屈光参差性弱视患者眼轴长短不统一,眼轴的长度和屈光参差的程度是否对黄斑区及视网膜厚度产生影响尚不明确。

1.2 屈光不正性弱视 婴幼儿在视觉发育可塑性的关键期,如伴有远视屈光度 $\geq 3.0D$,近视屈光度 $\geq 6.0D$,混合散光 $\geq 2.0D$,而又未进行配戴眼镜矫正时,会导致物象无法准确聚焦到视网膜上,导致视物模糊,使视路受到的外部刺激减少,从而导致屈光不正性弱视,其中远视性屈光不正性弱视较近视性更为常见。屈光不正性弱视的研究常采取弱视患者与同年龄非弱视者进行比较,散瞳后测量屈光度并使用 OCT 检测眼底黄斑区厚度及 RNFL 厚度。刘杰^[15]通过对 56 例屈光不正的患儿眼底进行 OCT 检测,发现屈光不正患儿弱视眼与正常儿童比较 RNFL 厚度较厚,而黄斑中心凹厚度不具有统计学意义,且弱视患者眼轴长度与 RNFL 厚度无相关性,正常儿童眼轴长度与 RNFL 厚度具有相关性。大部分研究屈光不正性弱视的研究者也基本赞同这一结论^[16-18]。而与其有差异的是,黄琴等^[19]通过检测提出屈光不正性弱视患儿的黄斑区厚度较正常

儿童增厚。屈光不正中是否合并散光对弱视患者眼底结构可能造成影响。而眼轴的增加是否会使后极部视网膜黄斑区延伸,造成黄斑区厚度的差异尚未排除。目前屈光不正性弱视的主要治疗措施是对弱视眼进行屈光矫正,增加对眼底视网膜的外界刺激,使视路的发育趋于正常。

1.3 斜视性弱视 眼肌由于先天或者后天因素造成的不均衡使双眼视轴无法平行,黄斑中心凹注视无法维持,使患者出现复视或混淆,神经中枢为了维持正常视物,主动抑制了斜视眼的视觉传入,黄斑功能被抑制,导致了斜视性弱视的发生。在 OCT 对斜视性弱视患者的眼底进行检测时,发现弱视眼神经节细胞复合体厚度与对侧健眼相比无显著差异,最佳矫正视力与神经节细胞复合体厚度有相关性^[20]。在黄斑中心凹厚度与 RNFL 厚度上也支持斜视性弱视患者与正常非弱视儿童无统计学差异^[21]。但也有研究认为斜视性弱视患者黄斑中心凹厚度与正常儿童具有统计学差异^[22],随着弱视的有效治疗,斜视性弱视患者黄斑区中心凹厚度逐渐减低,逐渐趋于正常人。综合地说,斜视性弱视眼主要造成了立体视觉的损伤,其视网膜的异常较屈光不正和屈光参差性弱视少,目前 OCT 的研究不多,多焦视觉诱发电位在斜视性弱视的研究更为多见。

1.4 形觉剥夺性弱视 形觉剥夺性弱视在弱视类型中比较少见,引起的视皮层功能异常最为严重,多为重度弱视,治愈率很低^[23]。由于形觉剥夺的可操控性,可在动物模型中进行检测。庄海明等^[24]采取上下睑缝合的办法制造单眼和双眼形觉剥夺的大鼠,利用 OCT 技术检测后发现,单眼形觉剥夺大鼠、双眼形觉剥夺大鼠与正常对照组大鼠的视网膜厚度和 RNFL 厚度均存在差异,且单眼与双眼形觉剥夺大鼠产生的差异也存在不同。吕勇等^[25]检测对象为单眼白内障术后的形觉剥夺性弱视患儿,发现其鼻侧 RNFL 和黄斑中心区厚度厚于对侧健眼和正常儿童。Bansal 等^[26]同样对先天性白内障术后弱视患儿研究,却得出弱视眼鼻侧 RNFL 黄斑中心区厚度明显薄于正常儿童。虽然形觉剥夺性弱视得出的结论仍不能完全统一,但是都为形觉剥夺性弱视眼底视网膜结构存在发育异常提供了佐证。

弱视眼视网膜的结构异常随着 OCT 技术的发展越来越多的被发现,作为弱视眼病因的热点,视网膜结构异常的研究结论多样且不统一,但是确实弱视眼较正常眼视网膜结构存在差异,在未来相关研究中应能得到更多验证。

2 OCT 研究弱视眼脉络膜厚度变化

脉络膜是位于视网膜与巩膜之间暗褐色组织,利用血液循环滋养视网膜外层,作为能量供应组织,一旦发生改变,将会对视网膜及光感细胞造成损伤,从而在视觉发育关键时期,对视觉通路造成暂时或永久的影响。因此脉络膜厚度是衡量眼底正常结构是否异常的重要手段,由于黄斑区血流密度最大,黄斑区脉络膜厚度成为了脉络膜厚度检测的重点区域。国内对 OCT 检测弱视眼脉络膜厚度的研究较少,万娟^[27]发现高度近视性弱视患者黄斑区脉络膜厚度显著薄于同一屈光范围的高度近视患者和正常人,且与眼轴长度呈显著负相关性,指出高度近视性弱视患者的脉络膜厚度在高度近视的基础上发生了进一步的改变。郝军生^[28]发现远视性屈光不正患儿的中心凹脉络膜厚度较正常儿童厚,推测其可能与血流、眼内压力、代偿机制等因素有关。傅扬等^[29]发现远视性屈光参差弱视患儿弱视眼和对侧非弱视眼的黄斑区脉络膜厚度无统计学差异,考虑可能与纳入病例较少,未考虑眼压等因素有关。张琳琳

等^[30]对形觉剥夺性弱视患者的研究发现7~18岁形觉剥夺性弱视患者黄斑下脉络膜厚度较正常儿童增厚,与眼轴和最佳矫正视力有关,3~6岁儿童脉络膜厚度无差异可能是与白内障术后眼前遮挡消失,处在视觉发育期受到了正常的视觉刺激从而脉络膜正常发育有关。

国外对弱视眼脉络膜的研究更加广泛,Al-Haddad等^[31]和Kara等^[32]研究后得出弱视患儿脉络膜厚度大于正常儿童脉络膜厚度。Bitirgen等^[33]支持单眼弱视患儿弱视眼视乳头处脉络膜厚于对侧健眼及正常对照组。Aygıt等^[34]同时收集了屈光参差和斜视性弱视患者,发现这两种类型弱视患者弱视眼黄斑下脉络膜厚度明显大于正常对照组。与此有些许差异的是,Niyaz等^[35]同时比较了远视性、屈光参差性、斜视性弱视患儿,仅在屈光参差性患儿中发现弱视眼脉络膜厚度较对侧健眼与正常对照组厚,其他类型弱视双眼和正常对照组脉络膜厚度无统计学差异,对于这种差异,考虑可能与不同类型的弱视发病机制不同,从而使脉络膜的结构改变不同有关。

弱视治疗后多数弱视患儿的最佳矫正视力可得到提升,弱视的治疗是否会影响脉络膜厚度,最佳矫正视力与脉络膜厚度是否有关联也是OCT在脉络膜中研究的一部分。Öner等^[36]评估了弱视治疗后的患儿黄斑下脉络膜厚度,远视性屈光参差患儿在治疗6mo后虽然视力得到了提高,但脉络膜厚度与治疗前未见明显差异,均厚于对侧健眼,Araki等^[37]也支持弱视治疗后屈光参差性弱视脉络膜增厚持续存在。Aslan等^[38]对同类型弱视患者行OCT检测,经过对眼轴长度和屈光协方差分析后,发现弱视眼脉络膜厚度大于对侧健眼,经过屈光矫正治疗后,弱视眼各区脉络膜厚度均下降,数值向对侧健眼靠近,Nishi等^[39]也支持弱视治疗后弱视眼脉络膜结构与正常眼更接近。

目前大多数国内外的研究均支持弱视眼脉络膜厚度,尤其是黄斑中心凹下的脉络膜厚度较正常眼存在差异,这种差异在屈光参差性弱视中的发现更为广泛,但也存在于其相对的研究结论^[40]。目前弱视眼脉络膜的厚度由于研究例数少,与眼轴长度、最佳矫正视力、屈光程度的关系尚未明确,还需进一步的研究来揭示脉络膜与弱视眼部结构异常的相关性。

3 OCT研究弱视眼底血管密度及面积

视网膜的血液循环来自于脉络膜血管的供应,是维持双眼正常视觉的基础,对视网膜及黄斑区功能具有重要评估价值。OCTA是在OCT基础上的一种新兴的三维血管成像技术,具有快速、可重复性的特点,还能避免血管造影剂带来的一系列副损伤,能对浅层毛细血管(superficial capillary plexus, SCP)密度、深层毛细血管(deep capillary plexus, DCP)密度、黄斑中心凹无血管灌注区和脉络膜血管密度进行精确的测量。

3.1 弱视眼视网膜毛细血管密度 在儿童弱视患者中,对黄斑中心凹6mm×6mm体积扫描,发现弱视眼SCP、DCP密度明显低于正常儿童,其中屈光参差性弱视患者的SCP、DCP密度高于斜视性和屈光不正性弱视^[41]。Demirayak等^[42]利用Mann-Whitney U检验对数据进行分析后,得出弱视眼SCP、DCP密度与对侧健眼和正常对照组均无统计学差异。在避免了如屈光不正,眼轴长度等因素,Pujari等^[43]仅对斜视性弱视患者同一侧眼进行SCP扫描,得出了与正常眼相比差异无统计学意义。也有研究通过对轻度屈光参差性弱视检测,利用眼轴长度对得到的图像进行矫正并使用OCT内置软件进行分析,得出弱视眼

的SCP密度、FAZ面积小于对侧眼^[44],这可能与弱视眼眼轴较对侧眼短,未考虑眼轴的原因,使图像的放大误差增大,影响了对FAZ面积测量,也有可能该结论不适用于轻度弱视以外的类型。Zhang等^[45]也是在对眼轴长度调节后,支持屈光不正性弱视患儿弱视眼SCP、DCP密度较正常眼减少,而治疗后视力得到提升的弱视眼眼底血管密度趋于正常。Gunzenhauser等^[46]也发现治疗后弱视患者特定区域视网膜毛细血管密度可能会增加。在成人弱视患者中也发现弱视眼SCP、DCP密度与正常对照组存在差异,上述研究均能提示在弱视眼的视网膜微血管结构存在异常,但含有的临床意义还需要进一步的研究

3.2 弱视眼脉络膜血管变化 Baek等^[47]单眼远视性弱视儿童的弱视眼、对侧眼和正常对照眼的脉络膜血管分布进行了比较研究。发现弱视眼中央凹下脉络膜厚度和脉络膜血管分布高于正常眼,且弱视眼脉络膜厚度与脉络膜血管分布呈显著负相关该结论支持了弱视眼血流量增加的观点,因为较高的脉络膜血管分布表明脉络膜内血管成分增加。脉络膜厚度增加可能是黄斑区增厚,血供需求增加导致血流量增加的结果。但脉络膜厚度与脉络膜血管分布的负相关可能表明单侧屈光参差远视弱视患者弱视眼视网膜和脉络膜血供不足。

Araki等^[48]研究方向为脉络膜血管密度,比较了屈光参差患儿的弱视眼、对侧眼和正常眼后,得出脉络膜血管密度在三者中无统计学差异,但是弱视眼的中心凹脉络膜厚度明显厚于对侧眼和正常对照眼,由此推断,相对于总脉络膜容积,弱视眼脉络膜血流量可能较正常增加。该试验为研究弱视眼脉络膜血管与脉络膜总体积提供了一定基础。

Terada等^[49]的研究重点为脉络膜血管面积,对屈光参差性弱视患者进行检测,经过Littmann's放大校正后发现弱视眼和对侧健眼外脉络膜血管面积无明显差异,且均大于正常对照组。该研究的发现,提出了当外脉络膜血管区占比过大时,即使在视力正常的同眼,也可能提示有发生弱视的风险。这一发现可能有助于在发病前检测弱视风险,提前引起对弱视的怀疑。并且提出了在单眼弱视患者的健康眼中,虽然视力正常,但是否也存在了解剖学的异常,该异常是否与弱视的发生有关。

脉络膜由丰富的血管组成,被基质组织包围,基质组织由结缔组织、黑色素细胞、神经和细胞外液组成。由于脉络膜组织在弱视发病机制中的作用可能与它向视网膜外供血的作用有关,因此血流分析比单纯测量脉络膜厚度更重要。

4 小结

多年来,弱视被认为是一种无法确定器质性原因的视觉系统紊乱。OCT在了解弱视的病因病理学上开辟了新的视野,并似乎突出弱视眼视网膜的形态学异常。由于OCT采像的清晰立体及无痛可重复性,使OCT目前广泛应用于弱视患者的检查中,评判患者弱视的治疗,预后及探讨弱视发病机制的外周改变,但现阶段研究结果有很大的差异性,似乎黄斑区和脉络膜受累比视神经受累更常被提示。弱视的发病原因是多种因素导致的,在使用OCT应用于弱视发病机制及治疗的研究还处于初级阶段,需要更多大样本并对分组及其他因素进行规范,能否通过对比弱视患者与正常人眼底差异,通过治疗弱视患者眼底,使之趋近于正常人眼底,来得到弱视治疗效果,得到对弱视治疗或预防的新思路。

参考文献

1 Attebo K, Mitchell P, Cumming R, et al. Prevalence and causes of

- amblyopia in an adult population. *Ophthalmology* 1998; 105 (1): 154-159
- 2 王洪峰, 王恩荣. 儿童弱视愈后防治的对策. 国际眼科杂志 2012; 12(2):277-280
- 3 郭洁, 李秋明. 患儿年龄、弱视程度与治疗效果的关系. 中国妇幼保健 2017;32(10):2136-2137
- 4 Xiao JX, Xie S, Ye JT, *et al.* Detection of abnormal visual cortex in children with amblyopia by voxel-based morphometry. *Am J Ophthalmol* 2007;143(3):489-493
- 5 Lunghi C, Emir UE, Morrone MC, *et al.* Short-term monocular deprivation alters GABA in the adult human visual cortex. *Curr Biol* 2015;25(11):1496-1501
- 6 Hou C, Kim YJ, Lai XJ, *et al.* Degraded attentional modulation of cortical neural populations in strabismic amblyopia. *J Vis* 2016;16(3):16
- 7 Avram E. Can Optical Coherence Tomography redefine amblyopia? *Rom J Ophthalmol* 2017;61(2):95-100
- 8 张玮, 史春, 张清华, 等. 青少年屈光参差性弱视黄斑区视网膜参数的 OCT 研究. 国际眼科杂志 2014;14(2):246-250
- 9 李菲菲. 视网膜神经纤维层厚度及黄斑中心凹在儿童远视屈光参差性弱视中的临床意义. 国际眼科杂志 2017;17(10):1979-1981
- 10 胡兰, 王盼盼, 林静, 等. 远视屈光参差性弱视儿童视网膜黄斑中心凹及视盘周围神经纤维层厚度研究. 中国斜视与小儿眼科杂志 2017;25(1):9-12
- 11 陈午荷, 陈洁, 许金玲, 等. 近视性屈光参差性弱视患者视网膜黄斑中心凹及神经纤维层厚度的研究. 中华实验眼科杂志 2012;30(12):1091-1095
- 12 陈嘉锡, 何花. 远视屈光参差性弱视患儿视网膜结构学研究. 中国斜视与小儿眼科杂志 2019;27(1):15-19,26
- 13 冯卓蕾, 张晓梅, 穆华, 等. 屈光参差性弱视视网膜神经纤维层厚度的改变. 国际眼科杂志 2008;8(12):2471-2473
- 14 赵武校, 蓝方方, 甘露, 等. 屈光参差性弱视的黄斑形态特征研究. 眼科新进展 2019;39(1):58-62
- 15 刘杰. 视网膜黄斑中心凹厚度与儿童屈光不正性弱视的相关性研究. 国际眼科杂志 2015;15(1):131-133
- 16 巨朝娟, 楚妙, 张骞颖, 等. 远视性弱视儿童黄斑区视网膜厚度分析. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2016;18(8):465-468
- 17 金守梅, 冯运红, 谢静, 等. 屈光不正性弱视儿童视网膜神经纤维层和黄斑中心凹厚度的变化. 中国斜视与小儿眼科杂志 2015;23(2):12-14,11
- 18 春花. 屈光不正弱视患儿视网膜黄斑中心凹厚度和视神经纤维层厚度分析. 国际眼科杂志 2015;15(3):503-505
- 19 黄琴, 李艳萍, 吴俊姬, 等. 儿童屈光不正性弱视和斜视性弱视视网膜厚度的对比. 实用临床医学 2015;16(8):77-79,108
- 20 李应翠, 饶丽. 单眼斜视性弱视患者黄斑神经节细胞复合体厚度分析. 中国实用神经疾病杂志 2016;19(11):113-114
- 21 刘华, 许多, 陈宇, 等. 不同类型弱视儿童视网膜结构和视觉诱发电位及立体视功能的差异性分析. 国际眼科杂志 2020;20(4):688-691
- 22 杨丽丽, 曹婷. 光学相干断层扫描对斜视性弱视儿童黄斑 A1 区的动态观察. 贵州医药 2016;40(4):386-387
- 23 Carey SP, Kraning-Rush CM, Williams RM, *et al.* Biophysical control of invasive tumor cell behavior by extracellular matrix microarchitecture. *Biomaterials* 2012;33(16):4157-4165
- 24 庄海明, 罗艳华, 黄晓妃, 等. 形觉剥夺性弱视大鼠视网膜神经纤维层及视网膜厚度的 OCT 检测与分析. 现代医院 2020;20(8):1204-1207,1211
- 25 吕勇, 李创, 高莎莎, 等. 儿童单眼先天性白内障术后形觉剥夺性弱视眼视盘周围 RNFL 和黄斑厚度检测. 郑州大学学报(医学版) 2015;50(3):420-423
- 26 Bansal P, Ram J, Sukhija J, *et al.* Retinal nerve fiber layer and macular thickness measurements in children after cataract surgery compared with age-matched controls. *Am J Ophthalmol* 2016; 166: 126-132
- 27 万娟. 同一屈光范围高度近视性弱视眼与高度近视眼眼底结构的特点. 国际眼科杂志 2019;19(6):1002-1006
- 28 郝军生. 远视性屈光不正儿童黄斑中心凹下脉络膜厚度研究. 中国实用眼科杂志 2014;32(11):1333-1337
- 29 傅扬, 罗丽颖, 项潇琼, 等. 远视屈光参差性弱视眼脉络膜和黄斑神经节细胞复合体厚度分析. 上海交通大学学报(医学版) 2018; 38(5):533-535
- 30 张琳琳, 赵军, 张娟美, 等. 先天性白内障术后形觉剥夺性弱视眼黄斑中心凹下脉络膜厚度的变化. 临床眼科杂志 2020;28(6):528-532
- 31 Al-Haddad C, Fattah MA, Ismail K, *et al.* Choroidal changes in anisometropic and strabismic children with unilateral amblyopia. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2016;47(10):900-907
- 32 Kara O, Altintas O, Karaman S, *et al.* Analysis of choroidal thickness using spectral-domain OCT in children with unilateral amblyopia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2015;52(3):159-166
- 33 Bitirgen G, Mirza E, Ozkagnici A, *et al.* Analysis of peripapillary choroidal thickness in unilateral amblyopia. *J Ophthalmic Vis Res* 2019; 14(1):42-47
- 34 Aygit ED, Yilmaz I, Ozkaya A, *et al.* Choroidal thickness of children's eyes with anisometropic and strabismic amblyopia. *J AAPOS* 2015;19(3):237-241
- 35 Niyaz L, Yücel OE, Arıttürk N, *et al.* Choroidal thickness in strabismus and amblyopia cases. *Strabismus* 2017;25(2):56-59
- 36 Öner V, Bulut A. Does the treatment of amblyopia normalise subfoveal choroidal thickness in amblyopic children? *Clin Exp Optom* 2017; 100(2):184-188
- 37 Araki S, Miki A, Goto K, *et al.* Effect of amblyopia treatment on choroidal thickness in hypermetropic anisometropic amblyopia using swept-source optical coherence tomography. *BMC Ophthalmol* 2018; 18(1):227
- 38 Aslan B S, Bayhan HA. Effect of amblyopia treatment on choroidal thickness in children with hyperopic anisometropic amblyopia. *Curr Eye Res* 2017;42(9):1254-1259
- 39 Nishi T, Ueda T, Mizusawa Y, *et al.* Effect of optical correction on choroidal structure in children with anisohypermetropic amblyopia. *PLoS One* 2020;15(4):e0231903
- 40 Celik E, Çakır B, Turkoglu EB, *et al.* Evaluation of the retinal ganglion cell and choroidal thickness in young Turkish adults with hyperopic anisometropic amblyopia. *Int Ophthalmol* 2016;36(4):515-520
- 41 Sobral I, Rodrigues TM, Soares M, *et al.* OCT angiography findings in children with amblyopia. *J AAPOS* 2018;22(4):286-289
- 42 Demirayak B, Vural A, OnurU, *et al.* Analysis of macular vessel density and foveal avascular zone using spectral-domain optical coherence tomography angiography in children with amblyopia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2019;56(1):55-59
- 43 Pujari A, Chawla R, Mukhija R, *et al.* Assessment of macular vascular plexus density using optical coherence tomography angiography in cases of strabismic amblyopia. *Indian J Ophthalmol* 2019; 67(4):520-521
- 44 Araki S, Miki A, Goto K, *et al.* Foveal avascular zone and macular vessel density after correction for magnification error in unilateral amblyopia using optical coherence tomography angiography. *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):171
- 45 Zhang T, Xie S, Liu Y, *et al.* Effect of amblyopia treatment on macular microvasculature in children with anisometropic amblyopia using optical coherence tomographic angiography. *Sci Rep* 2021;11(1):39
- 46 Gunzenhauser RC, Tsui I, Velez FG, *et al.* Comparison of pre-treatment vs. post-treatment retinal vessel density in children with amblyopia. *J Binocul Vis Ocul Motil* 2020;70(3):79-85
- 47 Baek J, Lee A, Chu M, *et al.* Analysis of choroidal vascularity in children with unilateral hyperopic amblyopia. *Sci Rep* 2019;9(1):12143
- 48 Araki S, Miki A, Goto K, *et al.* Choroidal vessel density in unilateral hyperopic amblyopia using en-face optical coherence tomography. *BMC Ophthalmol* 2020;20(1):472
- 49 Terada N, Miyata M, Muraoka Y, *et al.* Abnormal outer choroidal vasculature in amblyopia. *J Ophthalmol* 2019;2019:2097087