

中文摘要

不同类型立体视觉检查在 2-3 岁儿童中的对比研究

目的:

针对立体视觉的检查方法有很多种。从检查时双眼所处的状态,可以分为在自然状态下检查和需要额外辅助方式使双眼分视后进行检查。对于以图片形式检查立体视的方式,可以分为轮廓型和随机点型立体视觉检查。关于各类人群在自然状态下和双眼分视状态下,以及轮廓型和随机点型立体视的检查结果是否存在差异,目前均有争议。针对幼儿的对比检查,鲜有报道。本研究的目的是比较 2-3 岁儿童在自然状态和双眼分视状态下,采用轮廓型立体图和随机点型立体图测量的立体视觉是否存在差异。

方法:

本研究共纳入 130 名 2-3 岁的儿童。(1) 对于在自然状态下进行的立体视觉测试,采用改造了的 Frisby 近距离立体视觉检查 (Frisby near stereotest, FNS) 方法,根据受试者的瞳距计算检测距离 (一般在 0.40 m 左右)。对于在双眼分视状态下进行的检查,采用的是裸眼 3D 智能手机技术,检测距离固定为 0.43 m。这两个系统采用了相同尺寸的 Frisby 测试板图案,视差均设置为 480"、240"、120"和 60"。共有 72 名儿童参与了本部分检查。(2) 对于轮廓型和随机点型立体视觉检查,采用的是裸眼 3D 智能手机测试系统。轮廓型测试图标模拟的是苍蝇立体视测试 (the Fly Stereo Acuity Test) 中的定量测量图形。随机点型测试图标模拟的是随机点 3 立体视锐度测试 (Random Dot 3 Stereo Acuity Test) 的定量测量图形。二者的检查距离均为 0.43 m,设置 4 个立体视锐度阈值,分别为 480"、240"、120"和 60"。共有 58 名儿童参与了本部分检查。采用 Wilcoxon 符号秩检验比较不同组间 (自然状态对比双眼分视状态;轮廓型立体图对比随机点立体图) 立体视锐度的差异。应用 kappa 一致性检验评估不同组间立体视锐度的一致性。

结果:

(1) 自然状态和双眼分视状态下测量的立体视锐度阈值差异有统计学意义

(Wilcoxon 符号秩检验: $Z=-4.082$, $P<0.001$)。使用裸眼 3D 手机在双眼分视状态下测得的立体视锐度值高于真实环境中测得的立体视锐度值。自然状态和双眼分视状态下立体视锐度测量结果具有高度一致性 ($\kappa=0.658$; 95% CI: 0.497–0.819)。(2) 轮廓型和随机点立体图测量的立体视锐度差异有统计学意义 (Wilcoxon 符号秩检验: $Z=-3.275$, $P=0.001$)。随机点立体图测量的立体视锐度值高于轮廓型立体图测量的立体视锐度值。轮廓型和随机点立体图测量的立体视锐度具有中度一致性 ($\kappa=0.522$; 95% CI: 0.339–0.704)。

结论:

对于 2-3 岁的儿童, 自然状态下的立体视测量结果优于双眼分视状态下的立体视测量结果; 使用轮廓型立体图测得的立体视结果优于使用随机点立体图测得的立体视结果。

关键词:

儿童, 立体视觉, 立体视锐度, 智能手机

Abstract

Comparative study of different types of stereoacuity tests in 2- to 3-year-old children

Objective:

There are various tests for assessing stereopsis. Based on the state of the eyes during the tests, they can be divided into two kinds: the tests conducted in real depth and the tests conducted while separating the images seen by the left and right eyes with the help of dissociation techniques. As for tests in the form of pictures, they can also be divided into two patterns: contour-based stereograms and random-dot-based stereograms. At present, there are controversies about whether there are differences between results of the tests conducted in real depth or with binocular dissociation for different populations. Similar controversies exist between contour-based and random-dot-based stereograms. Furthermore, few studies recruited young children to compare stereopsis measured by different types of stereotests. This study aims to compare the stereoacuity measured in real depth and binocular dissociation and to compare the stereoacuity measured by contour-based and random-dot-based stereograms.

Methods:

(1) A total of 130 children aged 2–3 years were recruited. The Frisby near stereotest (FNS) was modified to measure stereopsis in real depth. The test distance was calculated according to interpupillary distance of the participant, which was generally about 0.40 m. A naked-eye 3D smartphone was used to establish the test system for binocular dissociation. The test distance was 0.43 m. For both systems, the size of test patterns that imitated the Frisby test was the same. Besides, the disparities were set as 480", 240", 120" and 60" in both systems. The stereoacuity of 72 children was measured using these two tests. (2) The contour-based stereotest and random-dot-based stereotest were conducted using a naked-eye 3D smartphone. The contour-based symbol imitated the quantitative measurements of the Stereo Fly Test. The random-dot symbol imitated the quantitative measurement of the Random Dot 3 Stereo Acuity Test. For both tests,

the test distance was 0.43m and the disparities were set as 480", 240", 120" and 60". The stereoacuity of 58 children was measured using these two tests. The Wilcoxon signed-rank test was used to explore the differences between stereoacuity measured by different groups (Real depth vs. Binocular dissociation and Contour-based stereograms vs. Random-dot-based stereograms). The kappa statistic was used to determine the agreement between stereoacuity measured by the different groups.

Results:

The stereoacuity was significantly different between real depth and binocular dissociation (Wilcoxon signed-rank test: $Z=-4.082$, $P<0.001$). Stereoacuity was higher when measured by binocular dissociation than when measured in real depth. There was substantial agreement between stereoacuity measured using these two tests ($\kappa=0.658$; 95% CI: 0.497–0.819). (2) The stereoacuity was significantly different between the results for contour-based and random-dot-based stereograms (Wilcoxon signed-rank test: $Z=-3.275$, $P= 0.001$). Stereoacuity was higher when measured using random-dot-based stereograms than when measured using contour-based stereograms. There was moderate agreement between stereoacuity measured using contour-based and random-dot-based stereograms ($\kappa=0.522$; 95% CI: 0.339–0.704).

Conclusions:

For 2-to 3-year-old children, stereopsis tested in real depth was better than that tested by binocular dissociation. In addition, stereopsis was better when measured using contour-based stereograms than when measured using random-dot-based stereograms.

Keywords:

Children, stereopsis, stereoacuity, smartphone

关于学位论文使用授权的声明

本人完全了解吉林大学有关保留、使用学位论文的规定，同意吉林大学保留或向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权吉林大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。

（保密论文在解密后应遵守此规定）

论文级别： 硕士 博士

学科专业：临床医学硕士

论文题目：不同类型立体视觉检查在2-3岁儿童中的对比研究

作者签名： 孟冰冰

指导教师签名： 姜

2023年05月31日

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 综述.....	1
1.1.1 距离知觉	2
1.1.2 对 3D 形状的观察.....	8
1.1.3 双眼视觉的发育	10
1.1.4. 立体视觉的发育	11
1.2 研究背景.....	18
第 2 章 材料和方法.....	21
2.1 研究方法.....	21
2.1.1 自然状态和双眼分视状态下的测试系统	21
2.1.2 轮廓型和随机点型立体视觉测试系统	23
2.2 研究对象.....	25
2.3 统计分析.....	26
第 3 章 结果.....	27
第 4 章 讨论.....	29
第 5 章 结论.....	32
参考文献.....	33
作者简介及在学期间所取得的科研成果	39
致 谢.....	40

中英文缩略词表

英文缩写	英文全称	中文全称
FNS	Frisby near stereotest	Frisby 近距离立体视觉检查
KDE	kinetic depth effect	动力学深度效应
VEP	visual evoked potentials	视觉诱发电位
TST	Titmus stereo test	Titmus 立体视觉测试
TNO	The Netherlands Optical Society	TNO 立体视觉测试
RPST	Randot Preschool Stereoacuity Test	随机点学前立体视锐度测试
SSST	Stereo Smile Stereoacuity II Test	笑脸立体视锐度 II 测试
RDE	Random Dot E Stereotest	随机点 E 立体视觉测试
FD2	Frisby-Davis distance stereotest	Frisby-Davis 远距离立体视觉检查

第1章 绪论

1.1 综述

幼儿立体视功能的发育及检查方法

视觉空间知觉（visual space perception）是个体对空间的延伸和物体在空间定位的主观评估。视觉系统利用视网膜所成的光学像构建了视觉空间中的知觉影像^[1]。人对于三维空间的深度感知被称为深度知觉（depth perception），深度知觉可以细分为两个层面，一个是绝对深度知觉（absolute depth perception）即距离知觉（distance perception），是判断特定物体距离观察者多远，或距离其他物体有多远的，它是判断距离绝对值的能力；一个是相对深度知觉（relative depth perception），是观察一个物体与另一个物体的相对距离，即对空间内一个或多个点之间的相对间隔的判定^[1]。

深度知觉是涉及诸多因素的一种功能。由于深度或距离特征依赖于视觉环境，大脑需要利用多种距离和深度线索在各种复杂的环境中准确地感知空间深度。这些线索包括单眼视觉因素（单眼线索，monocular cue）和双眼视觉因素（双眼线索，binocular cue）。前者包括物体深度线索例如透视（perspective）、材质梯度（texture gradients）、相对大小（relative size）、阴影（shadow）、亮度（luminance）、遮挡（occlusion）等等，此外调节（accommodation）、运动视差（motion parallax）等也包含其中。后者包括用于建立立体视觉（stereopsis）的视网膜视差（retinal disparity）和集合（vergence）功能；其中，立体视是特殊的双眼深度知觉，是由于双眼水平方向的分离而引起，继发于视网膜视差的识别。

关于深度知觉的发育，研究尚不够深入。近年来，更鲜有相关研究。但是，幼儿的深度知觉，特别是立体视觉是否正常，对临床有指导意义。例如，幼儿通常无法配合单眼视力检查，但如果立体视觉的检查结果提示存在立体视觉，则其出现严重的弱视等影响双眼视功能的疾病的可能性会很低。因此，评估幼儿的立体视觉，对于幼儿整体的视功能的判定，以及是否需要进一步的干预，

是有帮助的。本文从幼儿的深度知觉开始，逐渐深入到立体视觉，针对其发育进行综述。

1.1.1 距离知觉

1.1.1.1 触碰运动 (reaching movements)

婴儿早期可以通过触碰来判断距离^[2]。生后第 1 个月的婴儿并不关注手臂范围内的物体，手臂的运动与视力并无关系。生后 2 个月，婴儿开始注意其附近的物体，视觉引导的手臂挥动动作出现在这一阶段。第 3 个月时，婴儿的手臂挥动发展成为有明确指向性的动作，并可以在物体和手之间往复观察。到第 4、5 个月，手臂在视觉的控制下，能够触碰并抓住物体^[3]。

触碰运动与抓取动作意味着婴儿具有了深度知觉。4 个月的婴儿在观察两个远近不同的物体时，其注意力更容易保持在距离较近的物体上^[4]。5 个月大的婴儿，对于一个给定的虚拟物体，只有在判断其位于可接触范围之内时，才会移动手臂去试图抓取；否则，并不会发生触碰动作。婴儿对于触手可及的物体更为关注，而并不在意无法触及的物体^[2]。

对于正常成人而言，当伸手去抓取一个物体的时候，在触摸到物体之前就开始有了合拢手指的动作，且所要抓住的物体越小，开始合拢手指的动作出现得越早（见图 1.1）。这种能力取决于人对物体的绝对距离、以及手和物体之间相对距离的判断。当 5 至 9 个月大的婴儿开始靠近要接触的物体时，手指也会有提前合拢的动作，但并不明显。研究显示，即使 13 个月大的婴儿，对不同大小的物体也不会产生像成人一样明确的具有差异性的合拢手指的动作^[5]。可见，这种功能的完善，需要相对较长时间的发育。

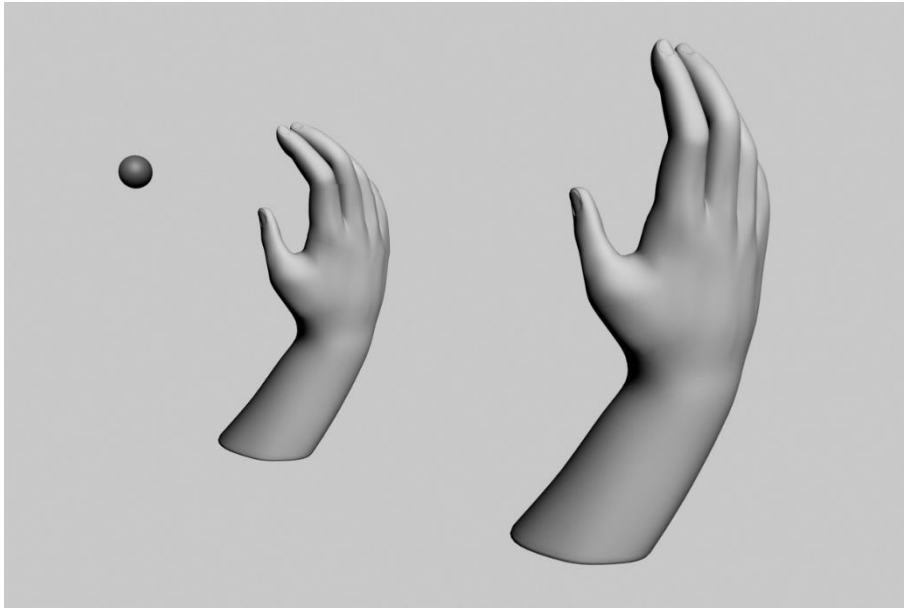


图 1.1 手抓物体示意图

当决定用手去抓取小球时，手指会在接近小球时逐渐合拢，球越小，合拢的动作越明显。

1.1.1.2 视觉断崖回避 (cliff avoidance)

视觉断崖回避实验是通过不同的图案设计，构造出一种在视觉上出现断崖的错觉（图 1.2）。大多数哺乳动物幼崽在面对视觉断崖时会表现出回避反应。Timney 等在针对 5 周龄小猫的实验中发现，它们会选择通过“断崖”设计较浅的台阶^[6]。在另一项针对 2 个月大幼儿的实验中，当面对不同深度的视觉断崖时，幼儿的心率发生了明显的变化^[7]。视觉断崖的深度线索在采用双眼和单眼观察时均适用，与立体视觉的发育并无关系。

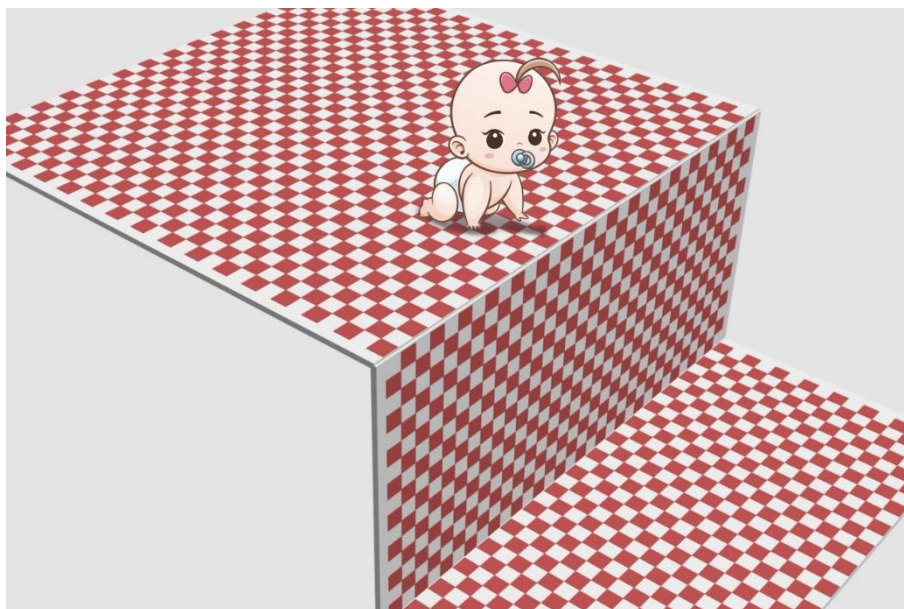


图 1.2 视觉断崖图案示例

利用平坦的棋盘格图案，构建出“断崖”的视觉效果

1.1.1.3 对接近物体的躲避反应

新生儿对扑面而来的一股气浪或者是一声巨响都会有眨眼的反应，但对接近的物体的眨眼反应要到出生后第 2 到 4 个月之间才会出现。对于出生 6 周之内的婴儿，有人发现其对对称扩张的阴影，会产生躲避反应，但如果阴影的扩张形式是不对称的，或者是缩小的，则不会有这样的反应^[8]。但也有学者发现，4 个月内的婴儿，对于对称出现的阴影，甚至是对真实接近的物体，都不会产生躲避反应^[9]。Jose 等^[10]把一些圆点投射到屏幕上，当其逐渐扩大时，4 周大的婴儿表现出眨眼、头向后躲等防御反应；如果投射的是杂乱无章的点，则在任何年龄段都不会引起防御反应。

1.1.1.4 大小恒常性 (size constancy)

对于同一物体，在不同的距离上观察，该物体在视网膜上成像的大小会发生变化，但是人们感知到的该物体的大小，仍趋于保持其实际状态，并不随着距离的变化而发生改变，这种知觉的稳定性，被称为大小恒常性（图 1.3）。

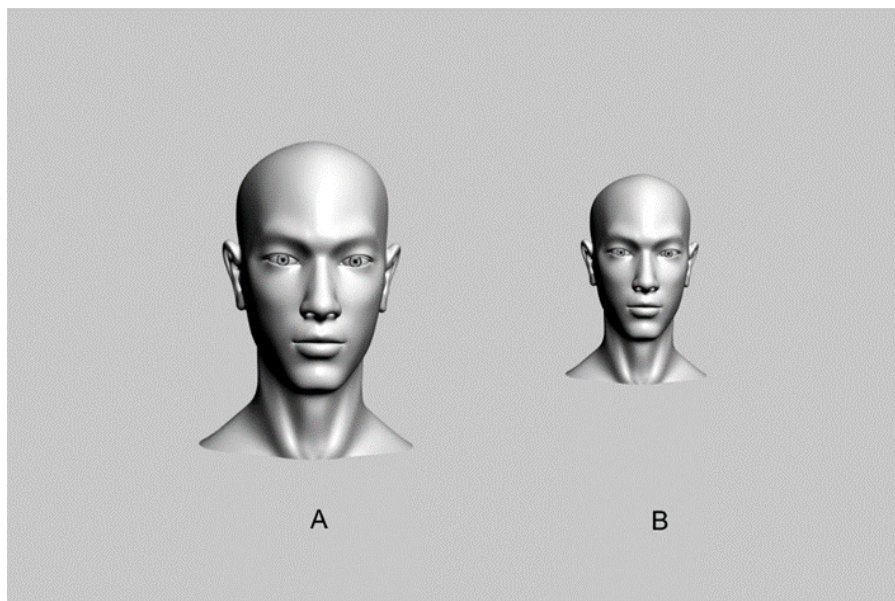


图 1.3 大小恒常性示意图

A、B 是两个形状相同、大小不同的人脸模型，B 看起来比 A 远

对于幼儿大小恒常性的研究，基于他们对于新出现的物体的关注程度要大于他们已经熟悉的物体。Slater 等^[11]对 48 名出生 2 天的婴儿进行测试，让他们观察两个并排排列的正方体，此时，无论其与眼睛之间的距离如何，他们都会更关注视角较大的立方体。然后改变立方体与眼的距离，这样也就改变了视网膜像的大小。当再次让新生儿去观察时，他们更关注的是尺寸不同的那个立方体，而不是原来那个熟悉的立方体。这提示新生儿存在一定的大小恒常性知觉。

Granrud 等^[12]对 4 个月大的婴儿进行了大小恒常性测试。他将婴儿分成两组，让一组观察 18 cm 处直径 6 cm 的圆盘，另一组观察 50 cm 处直径 10 cm 的圆盘。然后，让两组婴儿均观察 30 cm 处两个并排排列的圆盘。结果显示，此时婴儿选择观察的是尺寸发生变化的那个圆盘，而不是此前观察过的熟悉的圆盘。婴儿对尺寸发生变化的圆盘的注视偏好，体现出他们已经具备了大小恒常性知觉。

Yonas 等^[13]则认为大小恒常性应该出现在出生 5 个月之后。他让成年人在 32 cm 的距离上，用一只眼去观察一张放大的人脸图片和一张缩小的人脸图片，结果显示缩小的脸比放大的脸显得更遥远。如果不采用人脸的图片而只是同样大小的椭圆形，则没有这种反应。当采用同样的两张人脸图去让 7 个月大的婴儿观察，在单眼观察条件下，他们更容易去触碰大脸，当将人脸图片换成椭圆形

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/217125005154006046>