

普纽玛、几何学和晶状体：盖伦的视觉理论研究

Pneuma, Geometry and Crystalline Humor: On Galen's Theory of Vision

戴碧云 / DAI Biyun

(清华大学科学史系, 北京, 100084)

(Department of History of Science, Tsinghua University, Beijing, 100084)

摘要: 盖伦推进了视觉理论中的眼睛结构考察。他继承了柏拉图的视觉理论、普纽玛理论、亚里士多德的颜色和改变理论以及数学家的几何分析, 这些构成了盖伦视觉理论的核心。由此普纽玛理论与几何解释是否相容也成为有争议的问题。有学者认为盖伦的普纽玛理论与几何解释脱节。另一些学者认为盖伦统合了眼睛结构考察、视觉理论和几何解释。本文认为第一类学者由于编史学视角问题忽视了盖伦几何分析和普纽玛理论的内在关联。本文旨在说明盖伦视觉理论和几何解释的融贯以及视觉的形成是由于灵魂能力和物理运动的协同发生。盖伦认为视觉的发生需要普纽玛的参与, 空气作为介质被普纽玛化。盖伦引入了几何理论试图解释形状、大小、位置和距离。

关键词: 盖伦视觉 普纽玛 改变 几何 晶状体

Abstract: Galen introduced the examination of the structure of the eye into the theory of vision. He inherited Plato's vision theory, Pneuma theory, Aristotle's theory of color and alteration, and the mathematicians' geometric analysis. The compatibility of eye structure, Pneuma's theory and geometric interpretation has thus become a controversial issue. Some scholars have argued that Galen's Pneuma theory is disconnected from the geometric interpretation from the perspective of optical geometric analysis. Other scholars argue that eye structure examination, vision theory, and geometric interpretation could be unified. The purpose of this paper is to show the convergence of Galen's theory of vision and geometric interpretation. Alteration can only explain the physical transmission of color, so Galen introduces geometric theory to try to explain shape, size, position, and distance.

Key Words: Galen Vision; Pneuma; Alteration; Geometry; Crystalline humor

中图分类号: N031 文献标识码: A DOI: 10.15994/j.1000-0763.2023.08.008

视觉 (ὄψις, vision) 是人类重要的感觉, 是人认识世界的门厅^①。视觉一直是哲学、科学史、脑科学和智能技术经久不衰的话题。当我们读书、刷视频的时候, 眼睛究竟发生了什么? 视觉是灵魂的功能, 还是生理变化, 抑或是光学的物理运动? 罗马医生、哲学家盖伦不

仅为理解眼睛结构做出了重大贡献, 而且还对视觉理论提出了哲学上的洞见。通过对盖伦视觉理论的研究, 我们发现盖伦将几何、生理和解剖相结合来研究视觉, 为我们提供了一个重要而又具有深远影响的解释。^{[1], [2]}

盖伦提出了一个由自然哲学、解剖学和几

收稿日期: 2022年6月20日

作者简介: 戴碧云 (1988-) 女, 浙江绍兴人, 清华大学科学史系博士研究生, 研究方向为古代哲学、科学与宗教、中西文化交流。Email: dby19@mails.tsinghua.edu.cn

^① αἴσθησις 概念在亚里士多德和盖伦文本中涵盖的范围非常广泛, 包含感觉和知觉两种情况, 本文倾向于翻译为“感觉”。论证如下: 1. 亚里士多德是从生物学的角度出发来谈 aisthesis 的, 它是区分动物和植物的标志。2. 动物具有 aisthesis, 植物没有 aisthesis。这意味着 aisthesis 是一种最为基本的认识能力。3. 感觉比知觉更基本, 所以 aisthesis 翻译为感觉。本文对 aisthesis 采用这一理解。

何光学构成的“晶状体(crystalline humor)-普纽玛(πνεῦμα, pneuma)-可视对象”的连贯视觉理论^①。^{[3], [4]}在《论希波克拉底和柏拉图的学说》(De Placitis Hippocratis et Platonis)第七卷中盖伦阐述了以普纽玛为基础的视觉理论,^[5]而在《论身体各部分的功用》(De Usu Partium)第十卷中,他具体分析了眼睛的结构和视觉几何理论。^[6]那么盖伦的视觉几何理论是否补充了他在《论希波克拉底和柏拉图的学说》中所提出的普纽玛理论?

林德伯格(David Lindeberg)表示盖伦只总结了欧几里得视学(optics)^②,^[7]但没有把普纽玛理论和视学理论结合起来。^[8]林德伯格的光学思想史研究侧重于视学和视觉理论中的几何分析,他采用了渐进论编史纲领。^[9]在此思路引导下,林德伯格认为盖伦视觉中的几何理论并无特殊之处,以至于他认为普纽玛理论和几何理论无法互相支持。冯·斯塔登(Heinrich von Staden)解释了盖伦视觉理论之间的关联性,但他强调了视觉的产生是由于改变(ἀλλοιώσεις, alteration)这一物理运动。^[10]我们不同意冯·斯塔登的解释,我们认为这是一种灵魂能力和物理运动的协同发生。

盖伦不仅是一个医生,还是一个哲学家。大量的解剖学实践也推进了视觉理论研究。本文第一部分讨论盖伦视觉理论中的普纽玛理论和几何光学的贯通问题,以及研究者们对这一问题的探讨。首先我们将反驳林德伯格的观点,并且进一步辨析冯·斯塔登给出的解释。本文认为盖伦的视觉理论中普纽玛理论、几何理论和生理学彼此支持,并且视觉的形成是由于灵魂能力和物理运动的协同发生,接下来从普纽玛理论、几何理论和晶状体三个角度论证这一

观点。本文第二部分将讨论盖伦的普纽玛理论,理清了视觉理论的哲学基础。盖伦继承了柏拉图视觉理论、斯多亚派学者克律西波斯普纽玛理论以及亚里士多德的颜色和改变理论,这些构成了他视觉理论的核心。本文第三部分讨论视觉的几何学解释,除了颜色之外,视觉还需要处理大小、位置等问题,因此盖伦用几何学补充普纽玛学说。本文第四部分讨论眼睛结构的解剖,并指出眼睛结构怎么与这些杂糅后的视觉理论相关联。为什么晶状体被认为是视觉的主要工具(ὄργανον, organ)^③?^[11]对于盖伦来说,晶状体是具有视觉能力的器官。他认为,视觉的主要工具是透明而又充满着普纽玛的晶状体。

一、几何理论和普纽玛理论的互补

盖伦处理视觉问题的第一种方法是普纽玛理论。林德伯格将盖伦的视觉理论理解为柏拉图、亚里士多德和斯多亚派视觉理论的结合。他称赞盖伦不仅纠正了斯多亚的视觉理论,还首次在视觉理论中引入了大量解剖学和生理学细节。^[8]用普纽玛解释视觉并非盖伦原创,这一解释由斯多亚派在公元前三世纪初发展起来。^[12]对于斯多亚学派来说,普纽玛是灵魂的物质形态。对于盖伦来说,普纽玛是灵魂的首要工具。他论述到如果灵魂是无形体的,那么普纽玛是灵魂的居所(οἰκητήριον);如果灵魂是有形体的,那么灵魂就是普纽玛。盖伦展开论述,灵魂居住在大脑中,动物的所有感觉和自主运动的首要工具是灵魂普纽玛。因为当大脑被打开,普纽玛逃逸后,直到它再次被收集起来,动物并没有去世,只是不再有感觉和

①心物问题一直是哲学中的大问题,部分古希腊思想家从普纽玛概念入手讨论这一问题。普纽玛原来的含义是运动中的气,如风和呼吸。从亚里士多德到奥古斯丁,从古希腊哲学到《圣经》,不同的思想流派都对普纽玛这一概念给出了不同的解释。普纽玛概念的引入可以部分解决不可感的实体灵魂如何驱动可感实体身体这一问题。盖伦认为普纽玛是灵魂的工具,生命普纽玛具有营养的功能,灵魂普纽玛具有感觉和。拉丁语将普纽玛翻译为Spiritus中译一般为精气。

②就optics一词翻译而言,古代视觉和近代光学之间有差异。古代“optika”指向的是“看”这一行为。视学的研究对象是视觉线以及物体在研究中所呈现的现象。本文同意王哲然的观点,选取“视学”作为optics的翻译。

③ὄργανον在希腊语中代表锤子等工具或器械,在医学和生物学文本中也通常指代身体上执行各种功能的部位,翻译为器官。普纽玛可以改变视锥中的空气,使得视锥中的空气成为人的工具或器官。盖伦认为普纽玛是灵魂的工具,晶状体是视觉的工具,这是一个目的论的解释框架。

运动。如果普纽玛就是灵魂的实体，那么动物就会随着普纽玛的逃逸而立即死亡。（[5]，pp.443-445）盖伦用动物实验来证明，当将脑室合上之后，动物可以重新恢复感觉和运动。据此，盖伦得出结论：普纽玛既非灵魂的本质，亦非其居所，而是首要工具^①。（[5]，p.444）

在盖伦的理论中，普纽玛是通过呼吸转化而来的精细气体。对视觉起到主要作用的是脑中的灵魂普纽玛。普纽玛是有形体。普纽玛的原初含义是运动中的气，如风和呼吸。最初，体内的普纽玛，都是经由呼吸外部空气而来。然后，一些被吸入的空气在心脏的左心室发生变化，产生生命普纽玛（vital pneuma）。最终，血气脉（ἀρτηρίαί, arteriaí）^②将生命普纽玛从心脏的左室带到大脑。在大脑中，生命普纽玛通过细脉网（rete mirabile），将其精炼成灵魂普纽玛（psychic pneuma）。^[13]对视觉起到主要作用的是脑中的灵魂普纽玛。神经（νεῦρα, neura）将灵魂普纽玛从大脑传导到眼睛。普纽玛与湿润的晶状体混合在一起，晶状体从而变得敏感。（[5]，p.459）灵魂普纽玛是灵魂的工具，对于所有动物来说，它是感觉、自主运动以及其他心理能力的工具，而灵魂也通过灵魂普纽玛行使感觉功能。^[14]

欧几里德对视觉的几何学解释是盖伦处理视觉问题的另一种方法。如上文所述，林德伯格表示盖伦只总结了欧几里得视学，但没有把普纽玛理论和视学理论结合起来。^[8]有研究者认为普纽玛理论与视学解释相容，这一观点以冯·斯塔登为代表。冯·斯塔登在论文“盖伦的视觉理论：跳跃的视觉柱子和其他难题”（La Théorie de la Vision Chez Galien: La Colonne qui saute et autres énigmes）中提出方案，他强调盖伦解剖学中的目的论整合了解剖学、生理学和几何学等线索。冯·斯塔登指出盖伦同意亚里士多德的观点，颜色是视觉的专有对象

（ἴδιον αἰσθητόν）。明亮的空气在被颜色改变后，也会传达给视觉工具（晶状体）。不过，与可观测物颜色的判定不同，盖伦需要几何理论补充解释可观测物形状、大小、位置和距离等问题。^[10]

我们不同意冯·斯塔登的解释。冯·斯塔登将改变这一物理运动等同于感觉，把感觉完全还原成运动这一物理现象，他认为感觉活动等于感觉器官的物理变化。

然而，盖伦不仅讨论了视觉器官的改变这一物理运动，他也强调了感觉是对改变的辨别（διάγνωσις, diagnosis）。

οὐκ οὐκ ἀλλοίωσις ἐστὶν ἢ αἰσθησις, ὡς ἐνιοὶ φασιν, ἀλλὰ διάγνωσις ἀλλοιώσεως.

那么，感觉不是像有些人说的那样是改变，而是对改变的辨别。

οὐ μὴν οὐδ' ἀρκεῖ λείαν ἢ τραχεῖαν ἐν τῷ σώματι γενέσθαι κίνησιν εἰς ἡδονῆς ἢ πόνου γένεσιν, ἀλλὰ χρὴ προσελθεῖν αἰσθησιν ἐκατέρω τῶν τοιούτων κινήσεων

对于快乐或痛苦的发生来说，在身体中产生一个平滑或粗糙的运动也是不够的，但必须要在这些运动的一个或另一个中加入感觉。（[5]，p.468）。

盖伦拿快乐或痛苦来类比感觉，对于快乐或者痛苦的发生来说，在身体中产生一个运动是不够的，感觉必须加在这些运动之上。（[5]，p.469）视觉的发生是由于灵魂的认识能力和物理运动。我们认为视觉是一种灵魂能力和物理运动的协同发生，并且盖伦视觉理论各部分之间互相补充，理由如下：第一，盖伦强调了感官知觉不仅仅是由物体的颜色引起的感觉器官的改变（晶状体颜色的改变），而是对这种改变的辨别。颜色和改变概念是盖伦视觉理论的重要组成部分。改变是被动的，不能解释视觉的主动挑选。也就是说，本文认为除了被动的

①盖伦提出了一个论证灵魂统治部分在大脑的三段论。前提一：神经的本原之所在，为灵魂的统治部分之所在。前提二：大脑是神经的本原之所在。结论：灵魂的统治部分在大脑中。盖伦认为灵魂的理性官能的居所是大脑。相对应的是负责感觉和运动功能的灵魂普纽玛。

②ἀρτηρίαί的现代翻译为动脉（arteries），盖伦将ἀρτηρίαί理解成混合着血和普纽玛的脉，此处翻译为血气脉。盖伦的νεῦρα（neura）一词指神经。心脏是激情的居所，是动脉的发源地，动脉输送血和生命普纽玛。

改变之外,盖伦强调普纽玛是灵魂的工具,灵魂主动制作。第二,与可观测物颜色的判定不同,盖伦需要几何视锥补充解释可观测物形状、大小、位置和距离等问题。^[10]不过理解形状、大小、位置和距离不仅需要几何学的解释,以及感觉的介入,更需要推理和记忆等灵魂能力的协助。第三,晶状体是接受改变的器官,因此,盖伦认为晶状体是视觉的主要工具。根据目的论,灵魂的目的决定器官之形成,晶状体之所以透明是为了满足看的功能,晶状体是视觉的主要工具。

二、灵魂能力和物理运动的协同发生

盖伦视觉理论吸收了柏拉图、亚里士多德、斯多亚派等关于视觉的理论,但盖伦从中究竟接受了哪些部分?杂糅后的视觉理论又如何与眼睛结构和几何理论相结合?

贝克(Tawrin Baker)总结了盖伦的视觉理论,他认为这一视觉理论综合了柏拉图、斯多亚派和欧几里得的出射论(extramission)^①。^{[15], [16]}该论断是有问题的,盖伦不仅总结前人的视觉理论,他还做了重大的推进。盖伦强调了感官知觉不仅仅是由物体的颜色引起的晶状体的改变,而是对这种改变的辨别。盖伦对于亚里士多德等前人视觉理论的取舍取决于他对眼睛的解剖结构和功能的理解,也取决于对颜色本身性质的看法。^[17]

1. 以普纽玛为核心的视觉理论

柏拉图在《蒂迈欧篇》([18], pp.67c4-d2)中把颜色定义为从物体中发出的火粒子流,他声称,当这些火粒子与从我们眼睛中发出的粒子相遇时,视觉由此产生。^[19]因为视觉中的同类相知,当火从眼睛中流出和外在物体的颜色相接时就会合为一种整体。可见物体被传递到眼睛,最终到达灵魂^②。^{[9], [20]}虽然盖伦在某种

程度上继承了柏拉图的视觉理论。不过不同于柏拉图同类相知理论,盖伦侧重于普纽玛和空气的关联。盖伦的普纽玛概念更多继承于斯多亚派。

盖伦突出普纽玛作为灵魂工具,具有感觉的主动性,能够使得空气普纽玛化,并主动观看。“而通过视神经传递的视觉具有普纽玛的本质,当它撞击到周围的空气时,就会制作一种改变,这种改变会传递到最远的地方。”([5], p.455)盖伦强调了感觉活动的产生是因为普纽玛会制作一种改变。伊罗迪亚科努(Katerina Ierodiakonou)的研究呈现了五感共享灵魂普纽玛的观点。灵魂普纽玛有一种共同的能力,这种能力通过神经从大脑延伸到感觉器官。^[17]盖伦认为灵魂普纽玛具有感觉的能力,普纽玛通过中空的视神经从大脑的前部流经眼睛到角膜的前部表面。在那里,它与周围的空气接触。空气被眼睛中的普纽玛适当地普纽玛化,也就是说普纽玛改变空气,并使用这些空气,使得空气也成为是身体的一个工具(器官)。这样空气可以与大脑传来的视觉指令形成协同,并执行这一视觉指令。当来自眼睛的普纽玛与普纽玛化的空气接触时,空气由于普纽玛的流出产生变化而成为一种交感的工具。被转化的空气成为大脑感觉的延伸,使使灵魂的统治部分(ἡγεμονικόν, hêgemonikon)与外部物体进行视觉接触,视觉因此形成。([12], pp.40-41)

斯多亚派用手杖去类比解释视觉,眼睛使用周围空气去看,就像用手杖来进行触摸。盖伦反对斯多亚派这一手杖类比,眼睛不能感觉事物硬度或柔软度,视觉是对颜色、大小和位置的感觉,而这些都不是手杖所能分辨的。([5], pp.473-475)盖伦拒绝把视觉机制比作手杖,因为盖伦将颜色看做视觉的专有对象,所以手杖只能传递物体的硬度,而不能传递颜色。斯多亚派用接触机制解释感觉的发生,把感觉

①贝克和林德伯格等学者认为柏拉图、欧几里得等古代学者持出射论观点。也就是说眼睛发出某种辐射性的视觉力量。射线(或者火)从眼睛里出发,然后遇见阳光,与阳光合并,形成物体的呈像,返回眼睛。不过这一总结有争议,泰奥弗拉斯托斯(Theóphrastos, 约前371年-约前287年)将柏拉图的视觉学说视为除了出射论和入射论之外的第三种选择。

②在67c6说完被称作颜色的东西是火流之后,在67e3柏拉图进一步说明色觉是如何产生的,白色和黑色是παθήματα,是两股火流相切(dilate)或相聚合(contract)时的属性。具体的颜色其实是这个时候生成的,所以柏拉图不是亚里士多德意义上的感觉实在论者,因为可感性质并不持续存在。

对象直接理解为触觉对象展现出来的不同模态(modal)，盖伦则论证了视觉不能还原为触觉。

2. 颜色和改变

亚里士多德反对柏拉图的观点，眼睛并未发出任何类型的火，视觉的产生并非来自从眼中向外流射的光。^[21] 当一个物体的颜色，在通过透明介质（如空气或水）时，瞬间发生改变，随之传递到眼睛，视觉就形成了。^[19]

亚里士多德认为感觉在某种改变中发生，感觉涉及了某种改变。（[22]，p.416b32）现代研究者对此持有字面意义解释和精神主义解释等多种理解^①。^[23] 盖伦继承并发展了亚里士多德这一观点。“例如，视觉器官，因为它必须辨别颜色，所以被制成明亮的，因为只有这样的身体在本质上能够被颜色所改变。周围的空气显示了这一点：当它特别清晰时，它就会被颜色所改变。因此，当一个人在这样的空气中躺在树下时，你可以看到树的颜色笼罩着他。而当明亮的空气接触到墙壁的颜色时，它往往会接受颜色并将其传递给另一个身体，特别是当墙壁是蓝色或黄色或其他明亮的色调时。就像仅仅是一个接触，所有的空气就一下子被阳光同化了一样，以同样的方式，它立即被颜色改变。在这里，亚里士多德是非常正确的，当他谈到这样改变的身体的突然变化时，他说这几乎是瞬间的，而且，关于这种改变，明亮的空气在被颜色改变时，其性质是将这种改变一直传递到视觉器官。但亚里士多德并没有解释我们如何认识每个被感觉物体的位置、大小或距离。”（[5]，p.471）

盖伦认为看到树叶的绿色时，视觉器官被颜色所作用。盖伦认为人之所以有视觉，是因为物体有颜色。这一点明显继承自亚里士多德的理论，在《论灵魂》中，亚里士多德认为颜色是视觉的专有对象。（[22]，p.418a13）颜色是视觉的唯一适当的可感物，为了被感觉，它必须通过普纽玛化的空气瞬间作用于晶状体，

晶状体对它进行视觉感觉。

盖伦肯定亚里士多德的颜色和改变理论。在《论灵魂》中，亚里士多德认为颜色是视觉的专有对象。（[22]，p.418a13）盖伦认为看到树叶的绿色时，视觉器官被颜色所作用。盖伦认为人之所以有视觉，是因为物体有颜色。颜色是视觉的唯一适当的可感物，为了被感觉，它必须通过普纽玛化的空气瞬间作用于晶状体，晶状体对之进行视觉感觉。眼睛可以通过颜色的改变而直接产生改变。然而，盖伦指责亚里士多德没有解释我们是如何知道感觉物体的位置、大小和距离。盖伦认为除了颜色，眼睛还能感觉物体的位置、大小、距离，不过是以推理的方式来感觉的，因为形状、大小、位置和距离等是附带的，理解形状、大小、位置和距离需要推理和记忆，而不仅仅是感觉。（[12]，p.41）比如物体的大小可以通过几何视锥理解，这也是为什么盖伦的视觉理论离不开几何解释补充的原因。盖伦在辨别被感觉物体的位置、大小、距离等方面进行改进。感觉器官的改变不是引起知觉的充分条件。改变是运动的一种类型。亚里士多德解释了运动的四种类型：它包括位移、改变（*ἀλλοιώσεις*）、衰减和增加。（[22]，p.406a12-13）亚里士多德认为感觉在某种改变中发生，感觉涉及了某种改变。但感觉不只是改变，而是活动。盖伦强调了感觉不仅是由物体的颜色引起的感觉器官的改变，还有对这种改变的辨别，这种辨别需要位于大脑的灵魂统治部分的参与。

三、盖伦视觉理论的几何解释

盖伦指出大部分人都不愿意谈论几何学理论，但他在梦中被神勒令使用几何学讨论。^[4] 因为盖伦清楚，亚里士多德的视觉理论只能说明颜色问题，而几何学讨论能够改进肉眼观察的空间问题。而本文认为这不是一个纯粹的几

^①亚里士多德在《论灵魂》第二卷第十二章指明“感知是接受可感形式而不带有质料”，然而这个描述存在许多争议。曹青云先反驳了“物理主义的解释”，然后反驳了精神主义的解释，最后她提出了自己的解释。感知的特殊性在于它是灵魂作为内在的原因在身体器官中产生的，因此它既是物理运动又是灵魂的活动。

何讨论,而是一个以物理模型为主的几何理论。

欧几里得在《视学》(*Optica*)中,提出“视锥”(visual cone)概念。欧几里得的视觉几何模型可以理解为,这些光线从眼睛的一个点发出,在空间中逐渐分离。视锥中充满了光线,这些光线沿视锥的轴线行进,并指向眼睛所指向的区域。不透明的物体遮挡光线时,视觉由此产生。^[24]盖伦的几何解释不是欧几里得的视觉几何模型的简单继承,本文认为这更多是一个物理几何模型。盖伦的视觉几何描述主要围绕这个图展开,该图描述了一个圆锥体,它的顶点位于眼睛的瞳孔,它的底端在一个定义了该眼睛视野的圆上。

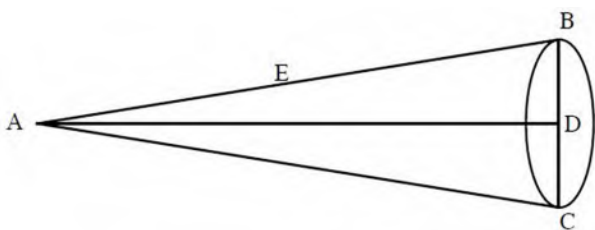


图1 冯·斯塔登盖伦视锥示意图

同样,从瞳孔到包围圆的那条线,也被称为圆周,想象有一系列其他的线像薄薄的蜘蛛网一样延伸。把所有这些直线和圆为界的图形称为圆锥体,并把瞳孔看作它的顶点,把圆看作它的基底。让我们把从瞳孔延伸到圆心、位于所有其他直线和整个圆锥体中间的直线称为它的轴……在锥体的轴线上,从瞳孔延伸到圆心的空气中,悬挂着一粒小米或其他一些类似的小物体。当然,它将阻挡圆心的视线,使瞳孔无法看到它。([6], pp.492-493)

这是由充满了普纽玛化的空气连续的丝线组成的视锥,这些丝线不可弯曲。根据盖伦的观点,如果一粒小米悬浮在视锥的轴线(AD)上,就会遮挡住圆心D点,从而使瞳孔无法看到它。因此,盖伦指出,这种阻碍是由于小米粒打断了视觉对象和瞳孔之间的感光空气的连续性,而不是由于对眼睛发出的直线(γραμμαί εὐθεῖαι)的任何阻挡。如果我们看到的东

西是直线,这并不是因为眼睛发出的光线,而是因为视锥中的空气被普纽玛所感化,不断地将视

觉对象所引发的改变打断。^[10]冯肯斯坦(Amos Funkenstein)在《神学与科学的想象》(*Theology and the Scientific Imagination*)中谈论到亚里士多德坚持认为数学实体是变化这一物理运动的抽象,因为数学对象不可能独立存在于可感事物之外,物理理论解释的是实在的物理属性,所以数学之于物理学的作用是非常小的。^[25]本文认同冯·肯斯坦的观点,由此盖伦的视觉理论可以表述为:从眼睛中发出的普纽玛使得空气普纽玛化。空气遇到可视对象时,与光线作用,可视对象的颜色从潜能变成现实。这种改变以直线传递的方式传回晶状体。也就是说从视觉对象到瞳孔,沿直线进行改变的传递。这些直的改变不会偏离,当它们遇到视锥内的障碍物,如一粒小米时也不会。这再次清楚表明,盖伦的光学几何学实际上是一种物理解释。这一物理解释与定性的普纽玛学说相关联,共同构成盖伦的视觉理论。

四、作为视觉主要工具的晶状体

1. 晶状体的活动

盖伦认为生物体的本质不在它的各个部分,而是在于活动中(ἐνέργεια, activity)。解剖和描述视觉器官是了解其基本活动的基础。^[10]盖伦仔细描述了眼睛的主要构造。晶状体(crystalline humor)是视觉的主要工具。([6], p.463)晶状体较硬、较小,位置在前,是湿润的冰状物(τὸ κρυσταλοειδὲς ὑγρὸν)。晶状体完全清晰、透明和明亮(καθαρά καὶ διαυγῆ καὶ λαμπρά),呈扁平或呈椭圆形,它的后表面直接靠在玻璃体(vitreous humor)的略微凹陷的前表面。玻璃体被称为湿润的玻璃状物质(τὸ ὑαλοειδὲς ὑγρὸν)。玻璃体是后方的球状体,触感较软,具有稠度、透明度的特征,如同融化的玻璃。([6], p.464)

视网膜(the retina)的作用是感觉晶状体所经历的变化,并且进一步将营养带到并传递给玻璃体。视网膜被解释为视神经的延伸,视网膜既是感觉神经又是大脑物质。视神经的这些独特能力不仅限于大脑和眼睛之间的部分,

而且还延伸到视网膜，一直到它插入晶状体的部分。晶状体是由玻璃体通过透析滋养的，而玻璃体依靠视网膜滋养。（[6]，p.465）

根据盖伦，普纽玛与玻璃体、晶状体、房水中的体液混合在一起，源于大脑并由视神经携带的普纽玛通过玻璃体、晶状体、房水，与周围的空气相遇，产生冲击。普纽玛激发眼睛附近的空气，使空气处于紧张状态。通过这种紧张的空气，当被太阳照亮时，就会与可见物体发生接触。普纽玛改变空气，使得空气成为身体的一个器官，所以眼睛能看到外界。^[11]视觉系统在解剖学上起源于大脑及其脑室。大脑的脑室不断被普纽玛所充实，灵魂通过普纽玛行使感觉功能。

2. 椭圆的晶状体

至于为什么晶状体是椭圆的，结合目的论，盖伦也提出了一个几何学的解释：因为偏平的晶状体，弧长更长，所以与可感物进行更多的交流。晶状体椭圆或扁平的目的是为了让它看得更清楚。（[6]，p.494）图二和图三说明了这个演示的一部分。^[10]图二是一个完美的圆，CD代表晶状体的直径。在图三中，则是一个椭圆。图三的椭圆投射出去的弧长更长，弧长EF要小于弧长GH，所以GH要与可感物的交流更多。盖伦重复说，一个完全球形的物体将通过较少的晶状体部分（弧长EF）与所交流的物体沟通，但一个更偏平的晶状体（弧长GH）与可感物的接触更多。因此，盖伦用几何理由解释了为什么晶状体需要呈现椭圆形状。（[6]，pp.502-503）

盖伦视觉理论是对前人视觉理论的继承和发展，盖伦视觉理论的核心在于理解普纽玛的主动性和“改变”概念。晶状体在受到外物作用时，的确发生了改变。当眼睛看到红色气球，晶状体真的变成了红色，眼睛需要用晶状体去接受这一切。视网膜只是接受晶状体的改变，传达这一改变而已。这也可以解释为什么晶状体是眼睛的中心。晶状体是视觉的主要工具，所以自然设计其余的眼睛结构辅助晶状体，例如，角膜用以保护晶状体，玻璃体、房水等滋养晶状体，视网膜接受和传递晶状体的改变，

并承担营养的功能。那么可以理解在盖伦的眼睛结构中，晶状体一方面可以接受大量普纽玛，另一方面接受颜色。这些规定了盖伦理论中晶状体的本质。盖伦在视觉、几何学、眼睛结构的解释之间建立起一种连贯的关系。

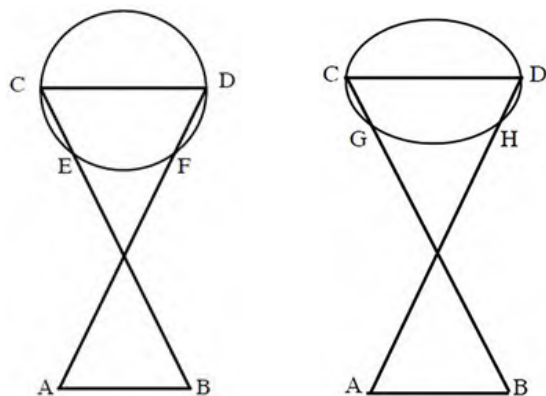


图2 圆形晶状体示意图 图3 椭圆形晶状体示意图

结 语

盖伦奠定了自然哲学、几何学和眼睛的生理结构互相交织的传统，通过使用不同的方法来建立多种互补的解释。盖伦的视觉理论以普纽玛理论为核心，颜色改变理论和几何模型也是理解盖伦视觉理论的重要概念。改变和几何模型相结合解释了颜色和位置、大小、形状等问题。晶状体作为视觉的主要工具，接受普纽玛，并且晶状体由于透明，可以使得自身被颜色改变。综上，普纽玛理论、几何模型以及解剖学互相支持。视觉的形成是由于灵魂能力和物理运动的协同发生。普纽玛是灵魂的工具，盖伦对普纽玛的强调意味着对灵魂能力的重视。

后世哲学家、神学家、自然哲学家继续从不同角度推进盖伦的视觉理论。比如，阿拉伯学者侯奈因·伊本·伊斯哈格（Hunain ibn Ishâq）的《论眼十书》。^[26]伊本·海赛姆（Ibn al-Haytham）也呼吁通过对眼睛结构进行解剖学上的理解来支持他对视觉的阐释。^[27]

当代神经科学和哲学还在继续研究讨论视觉知觉的形成问题。心灵哲学及神经科学依然在争论，视觉形成过程有没有心灵的主动参与。盖伦给出了肯定的答案，视觉形成过程有心灵的主动参与，他提供了一个物理过程和灵魂功

能协同发生的视角。肉眼视觉对象包括颜色和空间,灵魂活动包括回忆、想象等复杂的意识对象。普纽玛理论在盖伦之前有了巨大的发展,普纽玛被认为是传导系统,^[28]盖伦通过普纽玛理论也强调了灵魂的活动,观看不仅需要眼睛,更需要灵魂。透过盖伦的视觉研究,我们仍然可以思考视觉形成的心灵和生理层面是如何连结并有效运作的问题。

[参考文献]

- [1] Hankinson, R. J. *The Cambridge Companion to Galen* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- [2] 张轩辞. 灵魂与身体: 盖伦的医学与哲学 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2016.
- [3] 林德伯格. 西方科学的起源 [M]. 张卜天译, 长沙: 湖南科学技术出版社, 2013, 139.
- [4] Lloyd, G. 'Pneuma Between Body and Soul' [J]. *The Journal of the Royal Anthropological Institut, Wind, Life, Health: Anthropological and Historical Perspectives*, 2007, 13: 135-146.
- [5] Galen. *On the Doctrines of Hippocrates and Plato* [M]. De Trans By Lacy, P. Berlin: Akademie Verlag, 1980.
- [6] Galen. *On the Usefulness of the Parts of the Body* [M]. Trans By May, M. T. Ithaca: Cornell University Press, 1968.
- [7] 王哲然. 透视法的起源 [M]. 北京: 商务出版社, 2019, 10-16.
- [8] Lindberg, D. *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler* [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1976, 12.
- [9] 晋世翔. 中世纪光学思想史的渐进论编史纲领 [J]. 自然辩证法通讯, 2015, 37 (2): 68-74.
- [10] Von Staden, H. 'La Théorie de la Vision Chez Galien: la Colonne qui Saute et Autres énigmes' [J]. *Philosophie Antique*, 2012, 12: 115-155.
- [11] Lehoux, D. 'Observers, Objects, and the Embedded Eye; or Seeing and Knowing in Ptolemy and Galen' [J]. *Isis*, 2007, (98): 447-467.
- [12] Smith, M. *From Sight to Light: the Passage from Ancient to Modern Optics* [M]. Chicago: University of Chicago Press, 2014, 42.
- [13] Debru, A. *Le Corps Respirant: La Pensée Physiologique Chez Galien* [M]. Leyde, 1996, 53-60; 133-137.
- [14] Siegel, R. E. *Galen on Sense Perception* [M]. Basel-New York: S. Karger, 1970, 71.
- [15] Tawrin, B. 'Dissection, Instruction, and Debate. Visual Theory at Anatomy Theatre in the Sixteenth Century' [A], Dupre, S. (Ed.) *Perspective as Practice: Renaissance Cultures of Optics* [C], Turnhout: Brepols, 2019, 103-123.
- [16] Ierodiakonou, K. 'Theophrastus on Plato's Theory of Vision' [J]. *Rhizomata*, 2019, 7: 249-268.
- [17] Ierodiakonou, K. 'On Sense-Perception, Galen in Dialogue with Plato and the Stoics' [A], Hankinson, J., Havrda, M. (Eds.) *Galen's Epistemology, Experience, Reason, and Method in Ancient Medicine* [C], Cambridge: Cambridge University Press, 2022, 219.
- [18] 柏拉图. 蒂迈欧篇 [M]. 谢文郁译注, 上海: 上海人民出版社, 2003.
- [19] Ierodiakonou, K. 'On Galen's Theory of Vision' [A], Adamson, P., Hansberger, R., Wilberding, J. (Eds.) *Philosophical Themes in Galen, Bulletin of the Institute of Classical Studies, Supplement 114* [C], London: The Institute of Classical Studies, 2014, 235-247.
- [20] Caston, V. 'Aristotle's Argument for Why the Understanding is Not Compounded with the Body' [J]. *Proceedings of the Boston Area Colloquium of Ancient Philosophy*, 2000, 16: 135-175.
- [21] Boudon-Millot, V. 'Vision and Vision Disorders: Galen's Physiology of Sight' [A], Horstmannshoff, M., King, H. Zittel, C. (Eds.) *Blood, Sweat and Tears: The Changing Concepts of Physiology from Antiquity into Early Modern Europe* [C], Leiden: Brill, 2012, 549-567.
- [22] Aristotle. *De Anima* [M]. Ross, D. (Ed.) Oxford: Oxford University Press, 1961.
- [23] 曹青云. 亚里士多德论感觉: 物理运动抑或心理活动 [J]. 湖北大学学报(哲学社会科学版), 2019, (3): 135-142.
- [24] Siegel, R. E. 'Principles and Contradictions of Galen's Doctrine of Vision' [J]. *Sudhoffs Archiv*, 1970, (54): 261-276.
- [25] Funkenstein, A. *Theology and the Scientific Imagination: from the Middle Ages to the Seventeenth Century* [M]. Princeton: Princeton University Press, 1985, 303.
- [26] Ishâq. *The Book of the Ten Treatises on the Eye Ascribed to Hunayn ibn Ishâq* [M]. Max Meyerhof (Ed.) Francfort-sur-le-Main, Institut for the History of Arabic-Islamic Science, 1996.
- [27] Raynaud, D. 'Ibn al-Haytham sur la Vision Binoculaire: un Précurseur de l'optique Physiologique' [J]. *Arabic Sciences and Philosophy*, 2003, 13: 79-99.
- [28] 刘未沫. 普纽玛/气、灵魂与经脉的发现——亚里士多德与希腊化早期医学 [J]. 自然辩证法通讯, 2023, 45 (6): 65-82.