



复数健康

基于计算行为学的 神经系统疾病精准诊治数智平台

2022.08



项目亮点

计算行为学领域行业专家，拥有核心技术

创始团队是计算行为学研究领域的专家，拥有多篇论文和多项核心发明专利，技术较同行存在绝对优势，具有规模最大的婴儿行为学数据库，参与国家脑计划儿童领域重大专项。

脑瘫高危儿人群大，早筛具备强烈的未被满足的临床需求，市场空间广阔

脑瘫高危儿占每年新生儿总数的15%-20%，约150-200万人，数量庞大，且目前该类人群的脑瘫早期筛查必要性强但普及度不高，因此该工具的应用能够带来更高的普及性，市场潜力大。

商业模式清晰，国内无完全同类竞品，且已进院试用，具备先发优势

脑瘫早期筛查的商业逻辑顺畅，未来实现从“早期筛查”到“早期干预”的一体化解决方案。目前，该产品已经进入医院，与医生、专家合作并试用，早期积累数据，占领市场。

行为监测和神经康复训练可在多个场景下应用和落地，可拓展性强

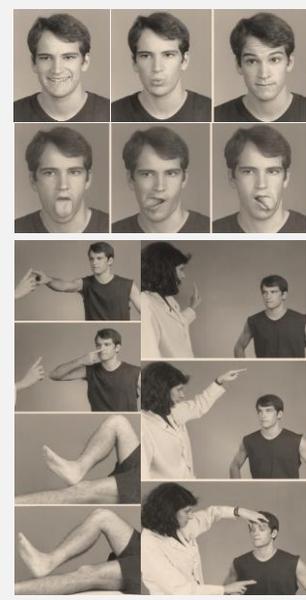
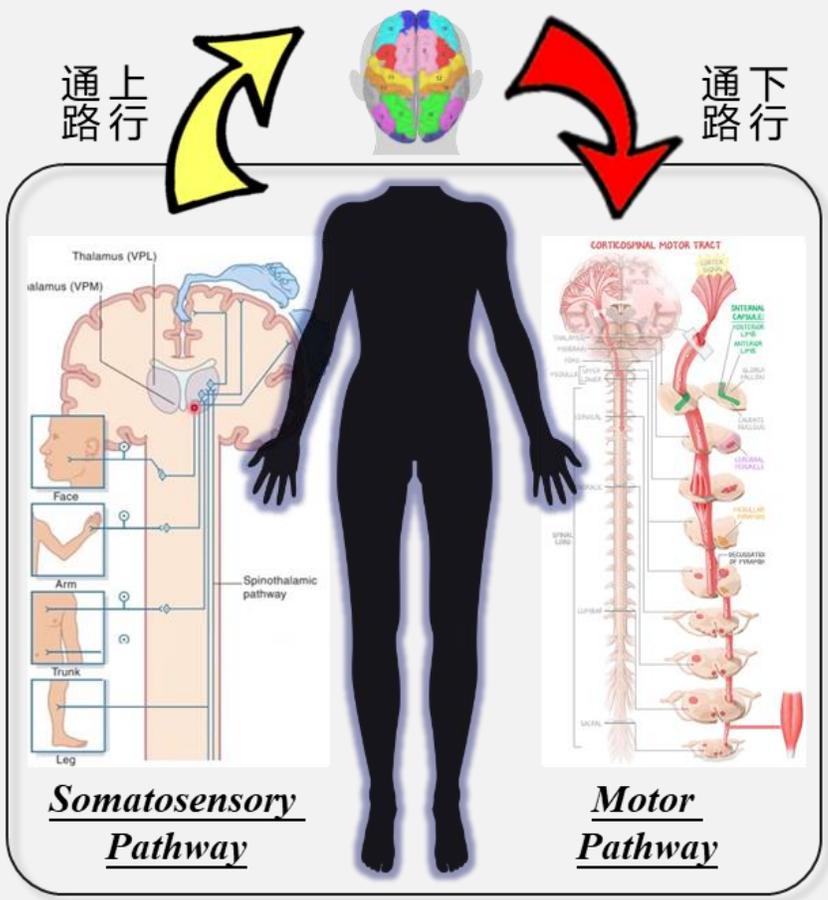
学习障碍、生长发育迟缓、感统失调以及老年人多发的癫痫、卒中和偏瘫等多种疾病场景均可应用基于计算行为学的行为监测和评估，未来综合市场可达百亿规模。



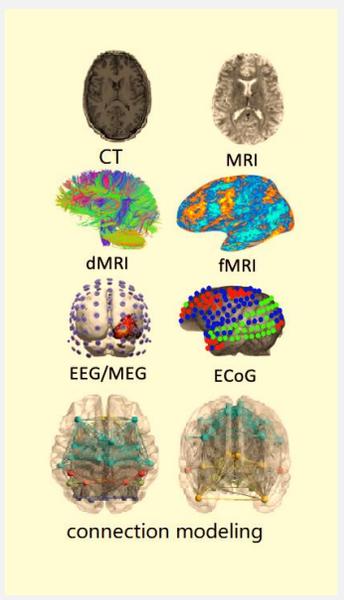
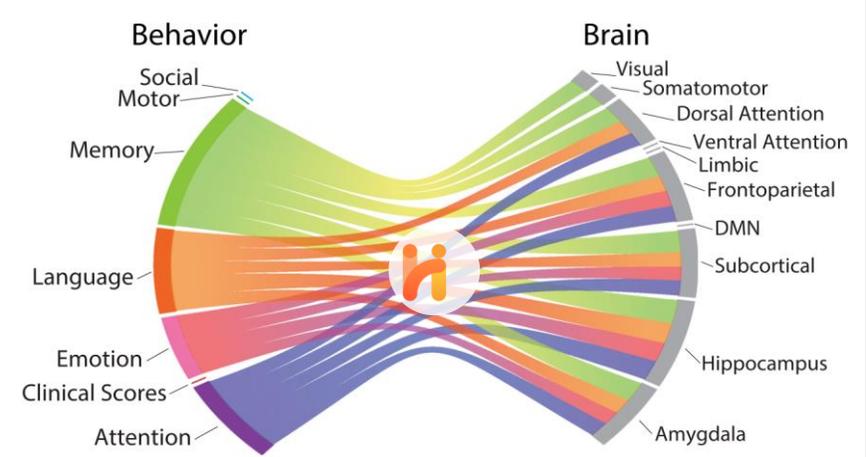
技术背景：计算行为学助力神经系统疾病精准诊断与康复

神经可塑性+计算行为学=精准诊断+精准康复

计算行为学在神经发育不同阶段存在多种应用场景



BxMarker (Behavioral Marker)





同行技术对比：在行为采集、行为计算等方面存在绝对优势

01

行为采集

立体行为采集（多人场景）算法对比结果：

类同行对比	OpenPose	DCPose	MMPose	FS-Pose
人体模型	成人	成人	成人	成人、儿童、婴儿
多人识别	有遮挡	有遮挡	有遮挡，误识别较多	无遮挡 (互遮挡与自遮挡)
识别精度	厘米级	厘米级	厘米级	亚厘米 (部分毫米级)
实时性	一般 20FPS	较低 15FPS	很低 10FPS	实时 30FPS
算力要求	一般 英伟达1080	较高 英伟达3080	很高 英伟达3090	较高，英伟达3080及以上，兼容1080，但实时性降低

02

行为计算

在传统康复量表的建模方面对比如下：

类同行对比	深圳某康复器械厂商	北京某康复器械厂商	复数健康
主动关节评测	肩、肘、腕、膝	肩、肘、腕、膝、手	头颈、肩、肘、腕、髌、膝、踝、手指、脚尖、脚跟
被动关节评测	无	无	足背屈、腘窝角、内收角、肩外展角、肘伸展角、前臂旋后回弹角
量表种类	上肢、手指、认知	上肢、下肢、手部精细、步态、认知	成人/老年人：上肢、手部精细、下肢、步态、外骨骼步态、助行步态 婴儿/儿童：儿童神经行为、GMs、儿童发育里程碑、雷波居家自查
特征数量	十多种	几十种	近百种
特征种类	人体骨骼点模型	人体骨骼点模型	人体骨骼点模型、运动学模型、动力学模型、儿童神经发育学模型
特征维度	2.5D (双目相机)	2.5D (双目相机)	3D (通过多路2D重建空间3D) 兼容2.5D (双目相机)

注：目前没有基于计算行为学理论进行评估和定量分析的产品，以传统康复器械以及部分初创科技型康复器械厂商为参照进行对比。



首发应用场景：脑瘫的早期筛查

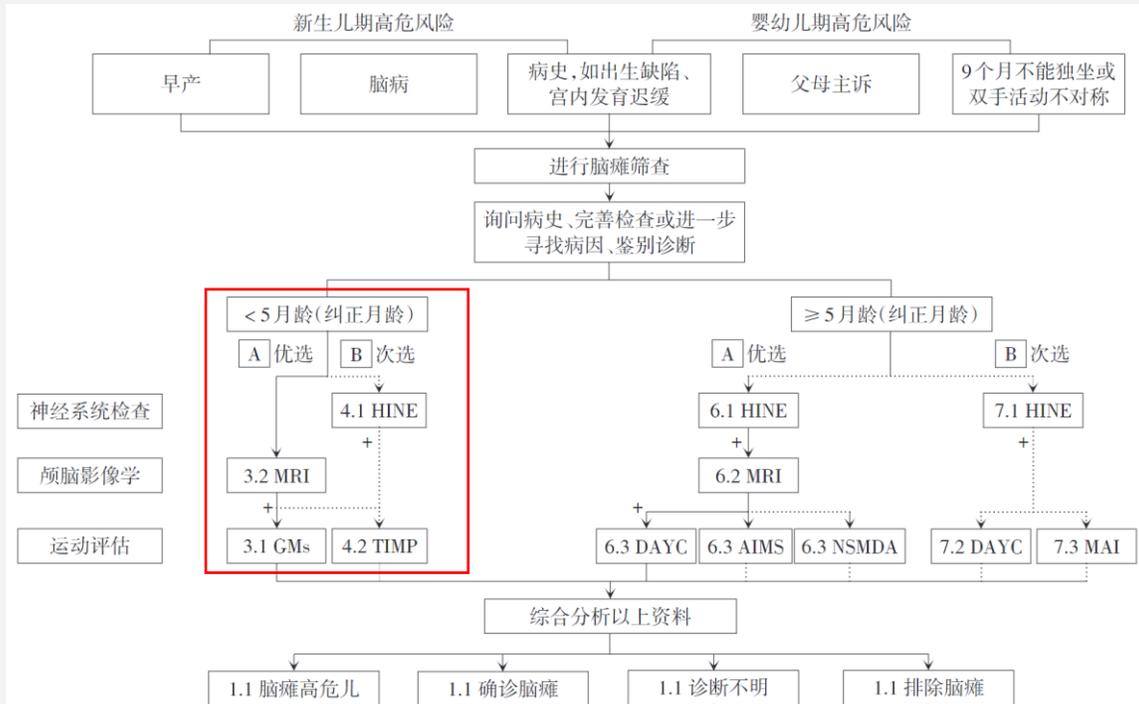
脑瘫高危儿童的行为特征是其诊断的“金标准”，早期筛查是早期干预的前提

《脑性瘫痪早期精准诊断与早期干预治疗进展》中国专家解读：

- <5月龄脑瘫筛查优选全身运动质量评估 (GMs) 联合MRI

国内多项研究表明：

- 对脑瘫高危儿实施干预越早，效果更好



GMs评估方法是国际上公认的5月龄前预测脑瘫的最好临床工具

- (1) 全身运动质量评估 (GMs) ， 敏感度98%
- (2) 磁共振成像 (MRI) ， 敏感度86%~89%

试验设计

试验结果

试验组：40人（超早期干预，3个月）
 对照组：40人（早期干预，6个月）

总有效率：试验组 vs. 对照组=95.00% vs. 80.00%
 干预后语言功能、运动功能、认知功能、关节活动、知觉功能、心理功能评分：试验组高于对照组 (P<0.05)
 干预后GMFM 评分、进食时间：试验组优于对照组 (P<0.05)

试验组：30人（早期康复）
 对照组：30人（常规康复）

年龄≤1岁患儿的评分（神经发育评分、发育评分、贝利评估结果、丹佛模式评估）干预后高于干预前 (P<0.05)；
 年龄>1岁患儿评分干预前后差异无统计学意义 (P>0.05)。
结论：对年龄≤1岁患儿，护理干预效果更好。

共89例，根据进行康复干预时的月龄分组：
 A组：22人(0~3个月)
 B组：21人(4~6个月)
 C组：21人(7~9个月)
 D组：25人(10~12个月)

组间对比：A组的精细运动行为、大运动行为、语言行为、适应行为、个人-社交行为评分均高于C、D组；B组的语言行为和个人-社交行为评分均高于C、D组。
 干预优良率：A组为86.36%，D组为48.00%(P<0.05)。
结论：对脑瘫高危儿应在出生后3个月内尽早开展干预，以促进患儿中枢神经系统功能和认知运动发育，降低脑瘫发生率。



脑瘫早筛市场大但尚未被挖掘，具备强烈的未被满足的临床需求

脑瘫早筛年均市场规模约10亿

脑瘫早筛覆盖患者比例极低

市场空间测算依据：

1. 具有脑瘫高危风险因素（如早产、出生体重 < 2500克、围产期窒息等）的新生儿脑瘫发生率约为3.55%（是正常婴儿的10倍），其占总体新生儿的15%-20%，理论上均应进行脑瘫的早期筛查；
2. GMs评估次数通常为2~3次；
3. 我国近5年新生儿数量：1723万(2017年)、1523万(2018年)、1465万(2019年)、1200万(2020年)、**1062万**(2021年)；
4. 目前GMs评估费用为200~300元/次（根据地区略有差异）。

以中国每年新生儿1000万进行测算，中国每年需要进行早期诊断的新生儿数量约为**150-200万**。以200~300元/人/次收费、需进行2-3次诊断计算，总计每年新增国内市场规模为**6-18亿元**。

根据市场调研结果：

1. 北京儿童医院小儿神经中心-神经内科：每月门诊人次数千（2000+），其中进行GMs检测的约**10%**，每年累计人次2000~3000；
2. 长三角地级市三甲医院：每年GMs检测病例数约1000人；
3. 中国脑瘫儿童生存状况信息报告：中国有600万脑瘫患者，其中70%是由于没有早期发现、早期治疗而错过了最佳的康复时机。

每年能够覆盖的GMs检查数量在十万量级，相较于每年150-200万的高危儿还相距甚远。GMs目前国内检测**普及率极低**，具备强烈的未被满足的临床需求。



脑瘫的GMs评估灵敏度高，但存在行业痛点，导致当前普及性极差

全身运动质量评估 (General movements, GMs)

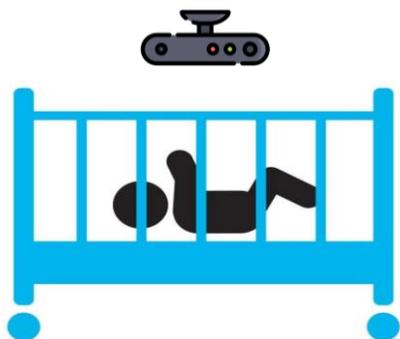
简介：由奥地利神经发育学家 Prechtl 首先提出，是一种观察胎儿至 4—5 月龄婴儿自发运动以预测其神经发育结局的评估方法，作为一种无创的、观察性的早期神经发育检查工具，其安全性和有效性已得到公认。

地位：已纳入《中国脑性瘫痪康复指南(2015)》文件中。

评估对象：建议具备脑瘫高危因素的新生儿都做GMs评估，排查脑瘫风险，主要为具有如下高危因素的新生儿（占总体新生儿的15%-20%）：

- ①早产（孕周 < 37周）；
- ②出生体重 < 2500克；
- ③围产期窒息；
- ④出生后患过严重疾病；
- ⑤孕母患有感染性疾病、妊娠期高血压、糖尿病等。

GMs 评估的基本方法



评估次数：脑瘫高危因素的新生儿应在纠正月龄 4 月龄内接受**两次** GMs 评估（第一次在纠正 1 月龄内，第二次在纠正 3 月龄左右）；

评估方法：拍摄一段适龄婴儿的自发的运动录像，再由**具有资质的评估人员**对录像进行评估得出结论。

行业痛点分析

耗时长、效率低

在GMs评估时，医生需逐帧观看拍摄的儿童视频进行分析，单个儿童评估耗时长达40-60分钟，医生负担重、效率低，且需1-2日出报告。

有资质人员少

国内目前能够进行标准GMs诊断的医院数量有限，具有评估资质的医生不足2000人，且地区分布不均。

评估人员水平参差不齐

在具有评估资质的医生中，根据工作经验的差别，水平有较大差距，容易出现判断不准确的情况。

GMs评估与NICU衔接不畅

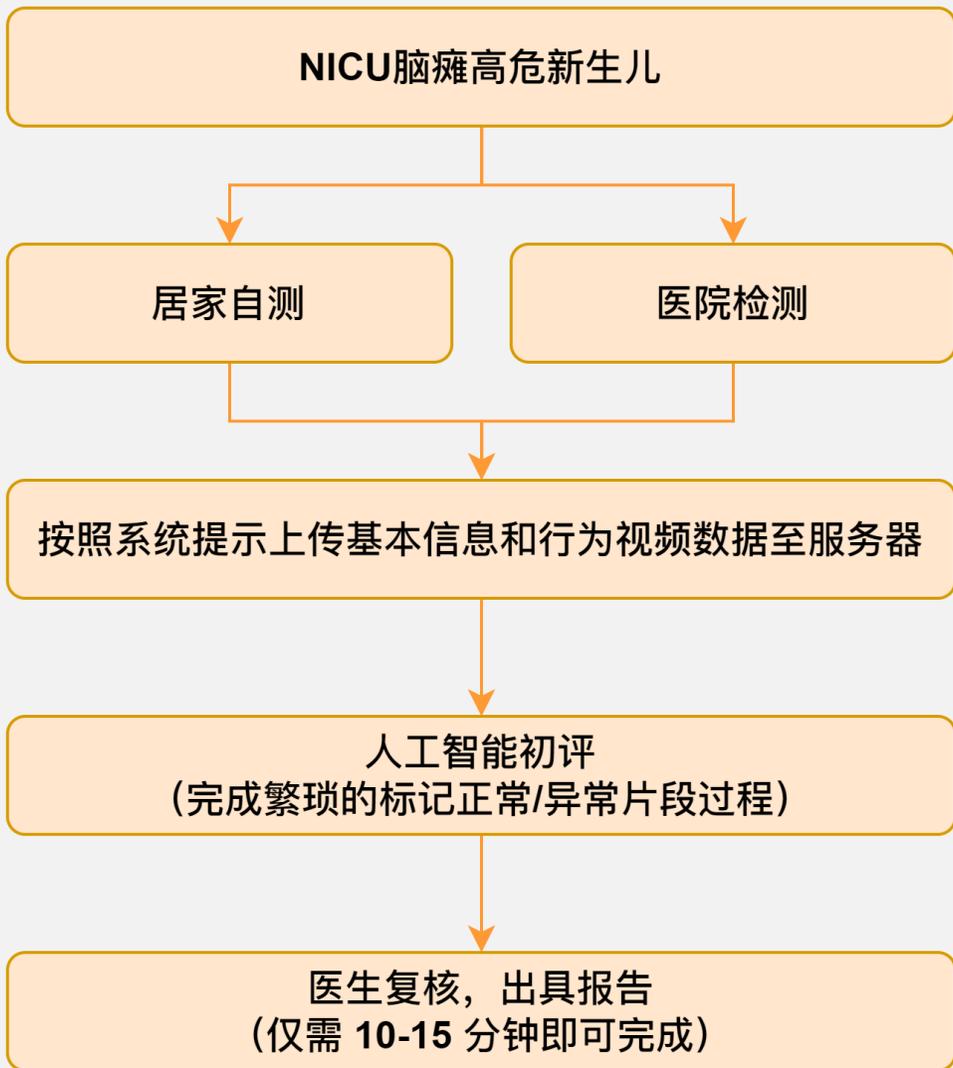
脑瘫高危儿主要集中在新生儿科的新生儿重症监护室（NICU），而GMs评估主要在神经内科完成，存在衔接不当问题。

家长负担重，依从性差

家长陪伴孩子完成检测耗费时间长，且出报告即时性差，需要多次往返医院，导致依从性差。



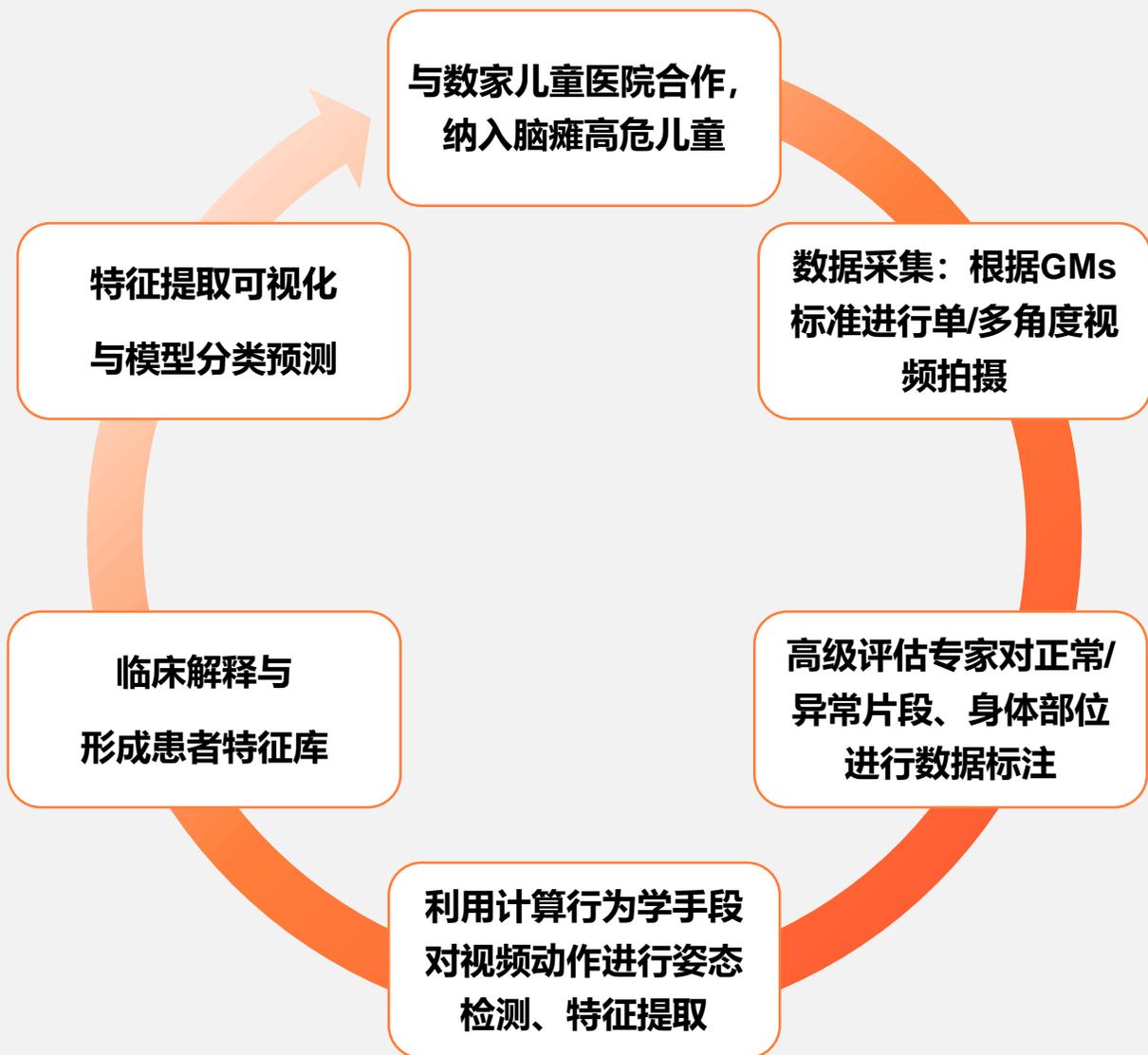
复数健康产品优化脑瘫筛查临床应用场景，解决行业痛点



对比项目	医院医生人工评估	复数健康智能评估工具
对有评估资质医生需求量	大	小
医生参与评估用时	40-60分钟	5-10分钟
医生负担	重	轻 (仅需对结果进行复核即可)
评估灵敏度	参差不齐 (根据医生经验、能力有差距)	标准统一，灵敏度高
出报告用时	1-2天	10-15分钟
家长负担	重 (需多次往返医院)	轻 (微信直接推送报告)
普及性预期	低	高



基于计算行为学的脑瘫早筛工具开发路径



规模最大的婴儿行为学数据

- 垂直领域No.1，实现**多角度**拍摄，计算行为学深度解析；
- 目前已积累**400+例**婴儿**高质量行为学数据**（500余个视频，数千万张图片），包括实际收集的临床样本和GMs官方样例；
- 多家合作单位，数据持续积累。

真实世界立体行为数据采集分析框架

- 与多家儿童医院深度合作，还原临床实际复杂场景；
- 高级评估专家深度参与，**逐段、逐点标记**，形成高质量标记行为库，结合计算行为学实现特征提取可视化与模型分类预测。



与多家高校、医院、研究机构深度合作，参与国家重大专项课题



河北省儿童医院
CHILDREN'S HOSPITAL OF HEBEI PROVINCE



与多家儿童医院深度合作，开发脑瘫产品GMs脑瘫早筛智能工具

- 首都医科大学附属北京儿童医院：已完成第一代系统装机试用，后期继续扩充数据量，提升算法精度。
- 河北省儿童医院、巨鹿县医院：合作GMs智能工具开发，提供与标注数据。



首都医科大学三博脑科医院
Sanbo Brain Hospital Capital Medical University



与癫痫中心合作国家自然科学基金课题《基于行为计算的癫痫大发作(GTCS)分类与临床应用》

与主动健康中心合作国家十四五的重症康复重大项目《基于脑机接口的危重症患者智能康复机器人系统研发（共性关键技术类）》

合作进展：两个项目均已在医院进行临床研发，数据收集与清洗以及第一代测试算法已经完成。



XAIBS XI'AN SILK ROAD INSTITUTE FOR BRAIN SCIENCE AND BRAIN-LIKE EDUCATION
西安丝路类脑科学研究院



联合参加国家脑计划儿童领域重大专项子项目“语言和阅读发展困难的特殊样本队列研究”

复数健康作为主要实施方，基于脑科学中的计算行为学理论，融合机器视觉和人工智能技术，搭建一套非接触的、无感知的、基于行为计算的阅读障碍症采集、跟踪和分析系统。在无干扰的条件下，适用于各种自由场景，从“行为”模态入手，对阅读障碍症患者进行数据采集与行为分析。与此同时，支持与其他模态数据融合（诸如MRI、EEG、眼动等），更加全面的对阅读障碍症进行评定，从而更有针对性的进行干预治疗。





核心团队：创始人、CEO具备科学背景与医疗领域连续创业经历



张硕 创始人 CEO

- 清华大学生物医学工程系 硕士
- 2018清华大学首届创新领军 工程博士
- 清华企业家协会青创七期会员 (Young TEEC)
- AAMA亚杰商会摇篮计划十七期

- 医疗大健康连续创业者
 - ① 联合创立北京连心医疗科技有限公司 担任CTO兼任成都子公司总经理，带领团队研发首个获得NMPA III类认证的国产智能放射治疗软件
 - ② 汇医慧影创始阶段医疗影像技术高级顾问
 - ③ 北京朗视仪器有限公司医疗软件 产品负责人

- 清华大学生物医学工程系THUnity团队发起人与负责人，团队组建于2013年，专注在医学影像、医疗互联网+，与人工智能领域，成功孵化并转化过清华急救云（清华校友创新创业大赛 天使组 全国总决赛十强，作为深圳院前急救示范项目，在央视与凤凰卫视专题报道）、智慧社康（华佗在线网）、远程智慧超声（首批清华大学精准医学科研计划），智慧康养，以及智能放疗（基于机器学习的智能放疗靶区勾画，获得国内首个NMPA III类证）等项目。



多项核心专利与多篇高水平论文支持产品开发



Interacting Attention Graph for Single Image Two-Hand Reconstruction

Mengcheng Li¹, Liang An¹, Hongwen Zhang¹, Lianpeng Wu², Feng Chen¹, Tao Yu¹, Yebin Liu¹
¹Tsinghua University ²Hisense Inc.

Lightweight Multi-person Total Motion Capture Using Sparse Multi-view Cameras

Yuxiang Zhang, Zhe Li, Liang An, Mengcheng Li, Tao Yu*, Yebin Liu*
Department of Automation and BNRist, Tsinghua University

Real-time Sparse-view Multi-person Total Motion Capture

[Yuxiang Zhang](#), [Zeping Ren](#), [Liang An](#), [Hongwen Zhang](#), [Tao Yu](#), [Yebin Liu](#)

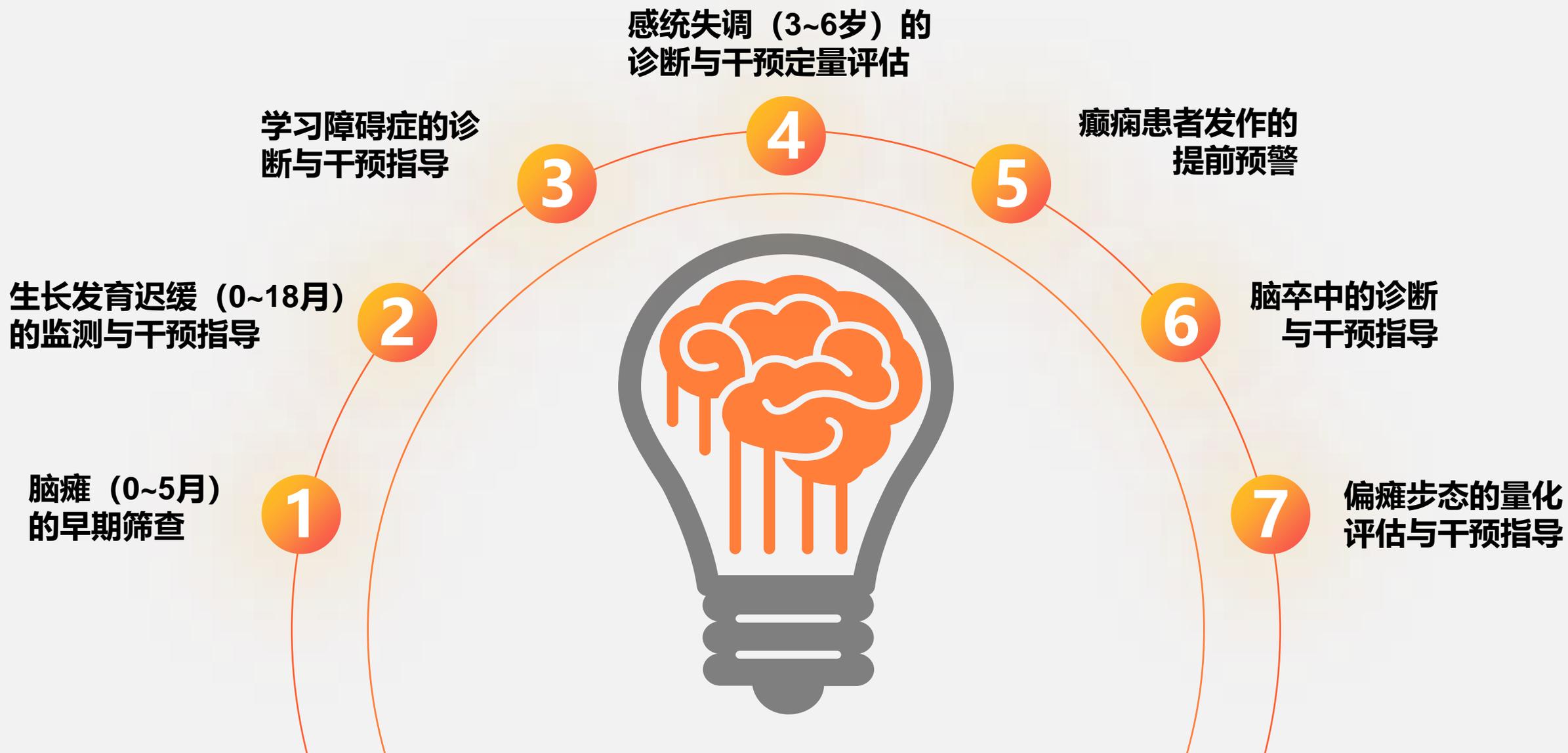
Department of Automation and BNRist, Tsinghua University



Fig 1. Our real-time multi-person total capture system with 5 RGB inputs.



行为监测和神经康复训练可在神经发育不同阶段的多个场景下应用





基于计算行为学的后续开发应用场景市场规模预测

场景1: 生长发育迟缓监测

疾病概述: 生长发育迟缓是指在生长发育过程中出现速度放慢或是顺序异常等现象。生长发育迟缓表现往往是多方面的，多有体格发育、运动发育及智力发育落后但也可以某一方面为突出表现，发病率约6%~8%。

应用场景: 通过监测0~18个月的儿童的行为特征，判断其是否存在生长发育迟缓的现象，早期发现可及时采取干预措施。

市场空间: 生长发育迟缓监测可覆盖**全体新生儿**（每年约1000万人），以100元/人次，每年总体市场规模可达**10亿元**。

场景2: 神经康复评估和干预指导

疾病概述: 全球对神经康复运动疗法的需求极高，但康复效果的衡量缺乏明确标准，康复过程缺乏对患者状态的实时监测和实时干预方案调整，亟需精细化的管理工具。

应用场景: 将康复行为管理系统嵌入传统康复医疗器械，实时监测患者行为特征，对干预方案提供指导；通过对患者康复治疗前后的行为特征进行分析，对患者康复情况进行定量系统评估。

市场空间: 2021年我国康复医疗服务行业市场规模约**1011亿元**。按照2%市场占比估计，可切入市场约**20亿元**。

场景3: 癫痫患者发作的提前预警

疾病概述: 癫痫是一种中枢神经系统障碍，脑活动变得异常并引起癫痫发作或一段时间的异常行为、感觉，有时甚至丧失意识。根据中国抗癫痫协会数据，我国约有1,000万癫痫患者，其中600多万为“活动性癫痫”，每年新发病例40多万。

应用场景: 通过在癫痫患者家中安装监测摄像头对患者行为进行实时监测，可提前3~5秒预测患者的癫痫发作并预警，提前安置患者防止发生二次伤害。

市场空间: 以600万癫痫患者、1000元/套装置计算，总体市场规模可达**60亿元**。



融资规划

本轮融资金额：1500万元

金额	用途
500万	市场推广：渠道资源拓展，B端区域用户不少于 10 家，自有进驻医院不少于 5 家
350万	团队组建：固定全职团队，加强算法开发、运营和推广团队
300万	NMPA申报：完成 2 个NMPA II证申报与获批
200万	终端打磨和服务优化：进入自主设计、定制开发的OEM模式，与此同时提升云端集群算力
150万	其他费用(办公场地等)：在成都、杭州等地增加两个办公场所



北京复数健康科技有限公司 核心资料，未经许可，不得将本资料全部和/或部分地予以复制、传递给他人、影印、泄露或散布给他人。

Thanks!



公司：北京复数健康科技有限公司
姓名：张硕
电话：18515278681（同微信）
邮箱：zssure@163.com