

全聋型突发性聋伴眩晕患者虚拟现实前庭康复治疗前后前庭功能变化及其疗效的影响因素分析

严森,张红茹,高培,吴文
(北京市海淀区医院 耳鼻咽喉科,北京 100080)

摘要: **目的** 探讨全聋型突发性聋伴眩晕患者采用虚拟现实前庭康复治疗前后前庭功能的变化及其疗效的影响因素。**方法** 选择2019年8月—2023年8月于北京市海淀区医院初诊并采用虚拟现实前庭康复治疗的全聋型突发性聋伴眩晕患者75例为试验组,另取同期未进行前庭康复的全聋型突发性聋伴眩晕患者41例为对照组。两组患者治疗14 d后复测0.25~8 kHz平均听阈,其中39例患者受损听力提高30 dB以上纳入显效,35例患者受损听力提高15~30 dB纳入有效,42例患者受损听力提高低于15 dB纳入无效。收集患者治疗前后双温试验、视频头脉冲试验等临床资料。多因素 Logistic 回归分析疗效的影响因素;使用 R 软件评估前庭功能参数对患者疗效的预测价值。**结果** 治疗前,两组患者前庭功能无显著差异(P 均 >0.05)。治疗后,与对照组相比,试验组前庭-眼动反射增益值较高,眩晕持续时间、扫视波异常率、不对称比异常率、单侧反应减弱指数异常率、优势偏向异常率较低(P 均 <0.05)。试验组治疗显效率高于对照组(20.00% vs 2.44%, $\chi^2=6.875$, $P=0.009$)。除眩晕障碍量表-情感外,试验组治疗后眩晕障碍量表和医院焦虑抑郁量表评分较对照组均显著降低(P 均 <0.05)。无效组患者接受虚拟现实前庭康复治疗率、水平半规管增益值和后半规管增益值较低,年龄、初诊时间、听力损失、单侧反应减弱指数异常率、优势偏向异常率、扫视波异常率较高。多因素 Logistic 回归结果显示,初诊时间 ≥ 14 d、听力损失 ≥ 100 dB、单侧反应减弱指数异常、优势偏向异常、扫视波异常是治疗无效的独立危险因素,患者接受虚拟现实前庭康复治疗对提高疗效具有积极作用。联合双温试验与视频头脉冲试验结果对疗效预测价值最优,联合预测参数 C 统计量(C-statistics)为0.861(95% CI:0.566~0.984, $P<0.001$),净重新分类指数(NRI)为0.735(95% CI:0.589~0.990, $P<0.001$),综合判别改善指数(IDI)为0.245(95% CI:0.144~0.647, $P<0.001$)。**结论** 虚拟现实前庭康复治疗对提高全聋型突发性聋伴眩晕患者临床疗效具有积极作用,可改善前庭功能异常、减少眩晕持续时间、缓解眩晕症状和焦虑情绪,患者初诊时间 ≥ 14 d、听力损失 ≥ 100 dB、单侧反应减弱指数异常、优势偏向异常、扫视波异常是影响疗效的危险因素。

关键词: 突发性聋伴眩晕;虚拟现实;前庭康复治疗;前庭功能

中图分类号:R764.43

Changes of vestibular function before and after virtual reality vestibular rehabilitation in patients with total deafness type sudden deafness with vertigo and factors influencing the therapeutic effect

YAN Sen, ZHANG Hongru, GAO Pei, WU Wen
(Department of Otorhinolaryngology, Beijing Haidian Hospital, Beijing 100080, China)

Abstract: **Objective** To investigate the changes of vestibular function before and after virtual reality vestibular rehabilitation in patients with total deafness type sudden deafness with vertigo, and explore the influencing factors of therapeutic effect. **Methods** Seventy-five patients with total deafness type sudden deafness with vertigo who were initially diagnosed and treated with virtual reality vestibular rehabilitation from August 2019 to August 2023 in Haidian Hospital were selected as the experimental group, and 41 patients with total deafness with vertigo who did not undergo vestibular

基金项目:北京市海淀区医院2020年院级科研基金项目(KYQ2020028)。
第一作者简介:严森,女,硕士,主治医师。
通信作者:严森,Email:Yansen20240@126net.com.cn

rehabilitation during the same period were taken as the control group. Average hearing thresholds of 0.25 to 8 KHz were retested after 14 days of treatment. An increase of more than 30 dB in impaired hearing was classified as the significant effect group ($n=39$), 15 dB to 30 dB as the effective group ($n=35$), and less than 15 dB as the ineffective group ($n=42$). Clinical data such as results of dual-temperature test and video head pulse test were collected before and after treatment. Multifactorial logistic regression was used to analyse the influencing factors of efficacy. The predictive value of vestibular function parameters for patient outcomes was assessed using R software. **Results** Before treatment, there was no significant difference in vestibular function between the two groups (all $P>0.05$). After treatment, compared with the control group, the vestibular-ocular reflex gain value of the experimental group was higher, while the vertigo duration, abnormal rate of saccade wave, abnormal rate of asymmetry ratio, abnormal rate of unilateral response attenuation index and abnormal rate of dominance bias were lower (all $P<0.05$). The treatment efficacy of the experimental group was higher than that of the control group (20.00% vs 2.44%, $\chi^2=6.875$, $P=0.009$). Except for the vertigo disorder scale-affectation, all scores of the vertigo disorder scale and hospital anxiety and depression scale in the experimental group were significantly lower than those in the control group (all $P<0.05$). The rate of virtual reality vestibular rehabilitation, horizontal hemianopsia gain and posterior hemianopsia gain were lower in the ineffective group, whereas the age, time of initial consultation, hearing loss, the abnormal rates of unilateral response attenuation index, dominance bias, and saccade wave were higher. The multifactorial logistic regression showed that the time of initial consultation ≥ 14 days, hearing loss ≥ 100 dB, abnormal unilateral response attenuation index, abnormal dominance bias, and saccade wave were independent risk factors for treatment failure. Patients receiving virtual reality vestibular rehabilitation had a positive effect on improving outcomes. The combined dual-temperature test and video head pulse test had the best predictive value, with the joint predictive C-statistic being 0.861 (95% CI: 0.566–0.984, $P<0.001$), the net reclassification index being 0.735 (95% CI: 0.589–0.990, $P<0.001$) and the composite discrimination improvement index being 0.245 (95% CI: 0.144–0.647, $P<0.001$). **Conclusions** Virtual reality vestibular rehabilitation has a positive effect on improving clinical outcomes in patients with total deafness type sudden deafness with vertigo. It can improve vestibular function, reduce vertigo duration, and relieve vertigo symptoms and anxiety. The time of initial diagnosis ≥ 14 days, hearing loss ≥ 100 dB, abnormal unilateral response attenuation index, abnormal dominance bias and abnormal saccade wave are risk factors affecting the therapeutic effect.

Keywords: Sudden deafness with vertigo; Virtual reality; Vestibular rehabilitation; Vestibular function

突发性聋伴眩晕是一种复杂且常见的神经系统疾病,其特点是伴随眩晕的突然发作的听力下降或丧失,严重影响了患者的生活和工作^[1]。临床上,糖皮质激素是目前治疗突发性聋的主要方法之一,低频下降型治疗效果最好,高频下降型和全聋型临床疗效不佳,而高压氧、针灸等物理治疗虽可缓解部分症状,但治疗周期较长,治疗效果也不稳定^[2-4]。既往研究^[5-6]发现,突发性聋伴眩晕患者前庭功能损伤的风险显著增加,前庭功能异常的突发性聋患者疗效普遍较差。改善前庭功能除药物治疗外,前庭康复治疗已经被越来越受到关注,而传统的前庭康复治疗由4种不同运动成分组合而成,患者每天需进行多次长达20~40 min的锻炼计划以增强身体的平衡能力,过程繁琐且内容单调,易影响患者训练主动性和动作规范性,导致治疗效果不理想。近年来,虚拟现实作为一种新型临床外围干预技术逐渐在专科治疗中发挥出极大潜力,如控制帕金森平衡、治疗中风后功能障碍等均被证实具有积极作

用^[7-9]。虚拟现实通过模拟360°虚拟运动环境制定针对性沉浸式训练,在最大程度上激活患者大脑网状神经。但虚拟现实治疗效果常受患者年龄、性别、病程、依从性等多种因素的影响^[10]。因此,本研究在控制医生经验和技术水平相似的情况下,通过观察全聋型突发性聋伴眩晕患者治疗前后平均听阈、眩晕症状、前庭功能等变化,探讨虚拟现实前庭康复治疗的临床效果并分析疗效的影响因素,以期临床医生提供更全面的治疗建议。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择2019年8月—2023年8月于北京市海淀区医院初诊并采用虚拟现实前庭康复治疗的全聋型突发性聋伴眩晕患者为试验组,另取同期未进行前庭康复的全聋型突发性聋伴眩晕患者为对照组。共116例患者符合标准,年龄12~75岁,发病至初诊

≤30 d。试验组 75 例,男 33 例,女 42 例;平均年龄(41.29 ± 14.53)岁;左耳 38 例,右耳 37 例;病程平均(9.84 ± 8.26)d;初诊 0.25 ~ 8 kHz 气导听阈测试平均值为(95.47 ± 6.82)dB HL。对照组 41 例,男 21 例,女 20 例;平均年龄(43.01 ± 15.82)岁;左耳 19 例,右耳 22 例;病程平均(9.81 ± 7.51)d;初诊 0.25 ~ 8 kHz 气导听阈测试平均值为(93.18 ± 7.04)dB HL。资料具有可比性($\chi^2 = 0.555, t = 0.591; \chi^2 = 0.198, t = 0.019, 1.709, P$ 均 > 0.05)。病例纳入均经患者本人或监护人同意并签署书面知情同意书,本研究经我院伦理委员会批准。

纳入标准:①患者年龄 ≥ 12 岁且文字阅读无阻;②全聋型^[11]:0.25 ~ 8 kHz 频率听力均下降,平均听阈 ≥ 81 dB HL;③单侧耳发病;④中枢神经系统影像学表现正常;⑤意识清楚,依从性良好;⑥临床资料完整。排除标准:①精神障碍相关的神经生理异常者;②智力发育异常者;③发育性协调障碍者;④既往颅脑损伤、听神经瘤等颅内占位性疾病者;⑤因创伤、残障等肢体活动受限者;⑥合并外耳道疾病者;⑦合并恶性肿瘤、凝血功能障碍、传染病等重大疾病者;⑧退出和数据缺失者。

1.2 虚拟现实前庭康复治疗方法

对照组及试验组治疗期间均依据《突发性聋诊断和治疗指南》^[11]进行药物治疗,同时,在本院经专业培训的治疗师指导下,试验组使用广州舒瑞医疗科技有限公司 G1 型前庭康复训练仪治疗 14 d,每日均需进行 2 次虚拟现实前庭康复治疗,单次训练时长不低于 15 min,均要求患者在虚拟现实场景下完整的完成前庭康复方案各项指定任务,训练情景见图 1。

1.3 观察指标

通过电子病历单收集患者一般资料,包括性别、年龄、初诊时间、听力损失程度。患者于治疗前和治疗 14 d 后,使用尔听美医疗器械(上海)有限公司生产的视频眼震电图设备进行双温试验。记录单侧反应减弱指数:分别刺激两侧迷路引起的两侧眼震慢相速度之差与之和的百分比,若 > 25% 判定为异常;优势偏向:左、右方向眼震慢相速度之差与之和的百分比,若 > 30% 判定为异常。使用 ICS 晕派思[®]甩头试验仪眼罩进行视频头脉冲试验,通过高频摄像头采集患者眼动图像,在相应半规管平面各进行短暂、快速、被动的头脉冲运动 10 次(测试水平管的头动角速度在 150 ~ 250°/s,测试垂直管的头动角速度在 100 ~ 200°/s,幅度为 10 ~ 20°),利用 GN Oto-

metrics 软件记录前庭-眼动反射慢相的平均增益值(眼动速度和头动角速度比值),以回归增益不对称比 > 13% 为异常,水平半规管增益 < 0.8 为异常,垂直半规管增益 < 0.9 为异常,病理性扫视波由实施检查的医师进行计数(包括显性扫视波及隐形扫视波),扫视波出现次数 > 总数 50% 视为异常。使用眩晕障碍量表(dizziness handicap inventory, DHI)和医院焦虑抑郁量表(hospital anxiety and depression scale, HADS)评估症状,DHI 量表共 25 个因子,分为 3 个子指数,分别为功能(DHI-F)、情感(DHI-E)和躯体(DHI-P),分数越高则代表眩晕程度越严重;HADS 量表共包含 2 个分量表,分别为焦虑量表(HADS-A)和抑郁量表(HADS-D),二者相加即为总量表(HADS-T),分数越高则代表患者的临床情绪障碍越显著。

1.4 疗效评估

对照组及试验组依据《突发性聋诊断和治疗指南》^[11]标准疗效评定,治疗 14 d 后复测 0.25 ~ 8 kHz 平均听阈,纯音听阈测听结果与治疗前结果相比,依据受损频率听力提高程度分组,平均提高 > 30 dB 以上纳入显效组,15 ~ 30 dB 纳入有效组,< 15 dB 纳入无效组,总有效率 = (显效 + 有效)/总例数 × 100%,显效率 = 显效/总例数 × 100%。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 23.0 统计软件进行数据统计分析,计数资料以百分率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验,有理频数 < 5 时采用 Fisher's 精确检验;计量资料进行正态性检验及方差齐性检验,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验;多因素 Logistic 回归分析疗效的影响因素;使用 R 软件构建联合预测模型,计算 Rank Discrim. 参数 C 统计量(C-Statistics)、净重新分类指数(net reclassification improvement, NRI)、综合判别改善指数(integrated discrimination index, IDI)及 95% 置信区间(95% confidence interval, 95% CI),评估前庭功能参数对患者疗效的预测价值。结果以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 试验组和对照组患者治疗前后前庭功能变化

对照组患者眩晕持续(7.28 ± 1.54)d,试验组患者眩晕持续(4.52 ± 1.03)d,试验组眩晕持续时

间显著低于对照组($t = 11.523, P < 0.001$)。治疗前,两组患者前庭功能差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,试验组前庭-眼动反射增益值高于对照组,扫视波异常率、不对称比异常率、单侧反应减弱指数异常率、优势偏向异常率均低于对照组,差异具有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。视频头脉冲试验结果展示见图 2。



图 1 虚拟现实前庭康复治疗系统情景展示图 a:虚拟现实前庭康复治疗训练系统首页界面;b:虚拟现实前庭康复治疗训练类型选择;c:虚拟现实前庭康复治疗训练类型的站立训练演示;d:虚拟现实前庭康复治疗训练类型的耳石训练演示

表 1 试验组及对照组治疗前后的前庭功能检查参数 [例(%), $\bar{x} \pm s$]

项目	试验组($n = 75$)		对照组($n = 41$)		检验值				P			
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	A	B	C	D	A	B	C	D
前庭-眼动反射增益值	0.61 ± 0.11	0.97 ± 0.15	0.62 ± 0.13	0.90 ± 0.18	16.761	8.075	0.439	2.236	<0.001	<0.001	0.662	0.027
扫视波异常	72(96.00)	31(41.33)	39(95.12)	25(60.98)	52.086	13.951	0.050	4.096	<0.001	<0.001	0.824	0.043
不对称比异常	75(100.00)	37(49.33)	41(100.00)	29(70.73)	50.893	14.057	-	4.949	<0.001	<0.001	-	0.026
单侧反应减弱指数异常	60(80.00)	23(30.67)	33(80.49)	26(63.41)	36.927	2.961	0.004	11.652	<0.001	0.085	0.950	0.001
优势偏向异常	59(78.67)	27(36.00)	30(73.17)	23(56.10)	27.907	2.614	0.448	4.366	<0.001	0.106	0.503	0.037

注:A 为试验组治疗前与治疗后比较;B 为对照组治疗前与治疗后比较;C 为治疗前试验组与对照组比较;D 为治疗后试验组与对照组比较。

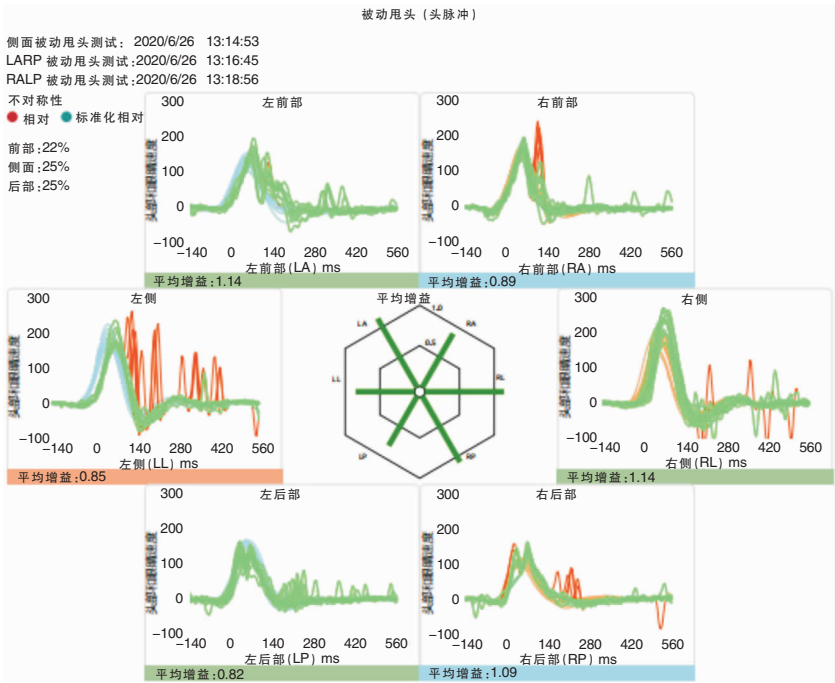


图 2 49 岁男性患者视频头脉冲试验 注:LARP(左前右后半规管功能测试);RALP(右前左后半规管功能测试);LA(左前部);RA(右前部);LL(左侧);RL(右侧);LP(左后部);RP(右后部)。

2.2 试验组和对照组患者临床疗效比较

试验组与对照组疗效总有效率差异无统计学意义($\chi^2=0.456,P>0.05$),试验组显效率显著高于对照组($\chi^2=6.875,P<0.05$),见表2。

表 2 试验组与对照组患者临床疗效比较 [例(%)]				
临床疗效	试验组(<i>n</i> = 75)	对照组(<i>n</i> = 41)	χ^2	<i>P</i>
显效	15(20.00)	1(2.44)	6.875	0.009
有效	21(28.00)	16(39.02)	1.483	0.223
无效	39(52.00)	24(58.54)	—	—
总有效率	36(48.00)	17(41.46)	0.456	0.499

2.3 试验组和对照组患者治疗前后 DHI 和 HADS 评分比较

与治疗前相比,试验组和对照组治疗后全聋型

突发性聋伴眩晕患者 DHI 和 HADS 评分较治疗前均降低,差异具有统计学意义($P<0.05$);与对照组相比,试验组治疗后 DHI 和 HADS 评分大部分降低更显著,除 DHI-E 外,差异均具有统计学意义($P<0.05$),提示试验组患者眩晕症状和焦虑情绪大部分得到明显改善,见表3。

2.4 影响全聋型突发性聋伴眩晕患者临床疗效的单因素分析

3 组患者接受虚拟现实前庭康复治疗率、年龄、初诊时间、听力损失程度、单侧反应减弱指数异常率、优势偏向异常率、扫视波异常率、水平半规管增益、后半规管增益差异具有统计学意义($P<0.05$),见表4。

表 3 试验组及对照组患者治疗前后 DHI 和 HADS 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)												
项目	试验组 ($n = 75$)		对照组 ($n = 41$)		检验值				P			
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	A	B	C	D	A	B	C	D
DHI	22.52 $\pm$ 4.58	4.03 $\pm$ 0.38	23.20 $\pm$ 4.78	10.13 $\pm$ 0.64	34.843	17.353	0.753	64.452	<0.001	<0.001	0.453	<0.001
DHI-F	8.71 $\pm$ 0.25	0.67 $\pm$ 0.15	8.76 $\pm$ 0.28	2.03 $\pm$ 0.21	238.824	123.123	0.987	40.374	<0.001	<0.001	0.326	<0.001
DHI-E	10.82 $\pm$ 1.29	7.03 $\pm$ 0.41	10.65 $\pm$ 2.37	7.05 $\pm$ 0.38	24.248	9.604	0.501	0.258	<0.001	<0.001	0.617	0.797
DHI-P	6.97 $\pm$ 0.84	0.22 $\pm$ 0.08	6.61 $\pm$ 1.20	1.01 $\pm$ 0.16	69.278	29.619	1.889	35.487	<0.001	<0.001	0.061	<0.001
HADS-A	10.71 $\pm$ 1.31	2.71 $\pm$ 0.69	10.93 $\pm$ 1.45	3.36 $\pm$ 0.97	46.793	27.785	0.832	4.186	<0.001	<0.001	0.407	<0.001
HADS-D	6.84 $\pm$ 0.81	2.01 $\pm$ 0.14	6.57 $\pm$ 0.94	2.18 $\pm$ 0.57	50.886	25.570	1.620	2.459	<0.001	<0.001	0.108	0.015
HADS-T	17.56 $\pm$ 2.87	5.74 $\pm$ 0.42	17.51 $\pm$ 2.64	5.93 $\pm$ 0.48	35.291	27.633	0.092	2.213	<0.001	<0.001	0.927	0.029

注:DHI(眩晕障碍量表),DHI-F(眩晕障碍量表-功能),DHI-E(眩晕障碍量表-情感),DHI-P(眩晕障碍量表-躯体),HADS-A(医院焦虑抑郁量表-焦虑量表),HADS-D(医院焦虑抑郁量表-抑郁量表),HADS-T(医院焦虑抑郁量表-总量表)。A 为 VR 试验组治疗前与治疗后比较;B 为对照组治疗前与治疗后比较;C 为治疗前 VR 试验组与对照组比较;D 为治疗后 VR 试验组与对照组比较。

表 4 全聋型突发性聋伴眩晕患者临床疗效影响因素的单因素分析 [例(%), $\bar{x}\pm s$]					
项目	显效组(<i>n</i> = 16)	有效组(<i>n</i> = 37)	无效组(<i>n</i> = 63)	χ^2	<i>P</i>
接受虚拟现实前庭康复治疗				7.145	0.028
是	15(93.75)	21(56.76)	39(61.90)		
否	1(6.25)	16(43.24)	24(38.10)		
年龄(岁)				7.089	0.029
<50	11(68.75)	23(62.16)	25(39.68)		
≥50	5(31.25)	14(37.84)	38(60.32)		
初诊时间(d)				10.519	0.033
<7	8(50.00)	15(40.54)	12(19.05)		
8~14	6(37.50)	14(37.84)	26(41.27)		
≥14	2(12.50)	8(21.62)	25(39.68)		
听力损失≥100 dB				11.918	0.003
是	5(31.25)	22(59.46)	48(76.19)		
否	11(68.75)	15(40.54)	15(23.81)		
单侧反应减弱指数				16.658	<0.001
正常	7(43.75)	12(32.42)	4(6.35)		
异常	9(56.25)	25(67.57)	59(93.65)		
优势偏向				14.660	0.001
正常	6(37.50)	15(40.54)	6(9.52)		
异常	10(62.50)	22(59.46)	57(90.48)		
扫视波				*	<0.001
正常	5(31.25)	0(0.00)	0(0.00)		
异常	11(68.75)	37(100.00)	63(100.00)		
水平半规管增益	0.94 ± 0.15	0.87 ± 0.28	0.80 ± 0.23	9.253	0.004
上半规管增益	0.99 ± 0.17	1.00 ± 0.22	1.01 ± 0.28	4.264	0.057
后半规管增益	0.89 ± 0.26	0.81 ± 0.24	0.75 ± 0.24	7.182	0.009

注:* 为 Fisher's 精确检验。

2.5 全聋型突发性聋伴眩晕患者临床疗效影响因素的多因素 Logistic 回归分析

多因素 Logistic 回归结果显示,患者初诊时间 ≥ 14 d、听力损失 ≥ 100 dB、单侧反应减弱指数异常、优势偏向异常、扫视波异常是治疗无效的独立危险因素,接受虚拟现实前庭康复治疗对提高患者治疗效果具有积极作用($P < 0.05$),见表 5。

2.6 前庭功能对虚拟现实前庭康复治疗效果的预测价值

双温试验和视频头脉冲试验预测虚拟现实前庭康复治疗效果 C-Statistics、NRI、IDI 结果均具有一致性,其中前庭-眼动反射增益值、扫视波、单侧反应减弱指数和优势偏向联合的预测能力最优,见表 6。

3 讨论

突发性聋是一种常见的内耳疾病,患者伴发眩晕概率高达 50%^[12]。Lim 等^[13]研究显示,突发性聋不伴眩晕组听力有效改善率明显高于伴眩晕组,即眩晕症状的发生是影响其疗效的关键因素之一。眩晕的出现还会引发患者一系列精神心理问题,如焦虑和抑郁症状,由此产生恶性循环,进一步影响突发性聋患者的治疗效果及预后。近年来兴起的虚拟现实康复训练作为一种新兴的康复治疗手段,治疗

眩晕的临床效果已被广泛证实^[14-16],能有效改善平衡和运动调节能力,还可通过模拟运动环境来减轻患者的焦虑情绪,释放压力。本研究中,试验组患者眩晕持续时间显著低于对照组患者;治疗后,试验组患者头晕和不稳的功能指数、躯体指数以及焦虑评分、抑郁评分均降低更显著,这提示虚拟现实前庭康复治疗对全聋型突发性聋伴眩晕患者的主观眩晕症状及情绪状态的改善具有积极效果^[17-18]。但本研究还发现治疗后,情绪指数在试验组和对照组无明显差别,我们推测,两组患者入院后均接受了规范性药物治疗,这在患者心理上或多或少都产生了一定安慰作用,使患者焦虑情绪有所改善。

本研究通过分析前庭-眼动反射增益值、扫视波异常率及双温试验异常率发现,接受虚拟现实前庭康复治疗的全聋型突发性聋伴眩晕患者前庭功能改善优于对照组,临床显效率高于对照组患者,这提示在当前的标准治疗方案基础上,患者接受虚拟现实前庭康复治疗对症状改善和疾病缓解的效果更佳。虚拟现实能够提供逼真的视觉和听觉刺激,这解决了患者因传统前庭康复治疗时单调、乏味的训练内容而不能定时规范运动,甚至终止训练的情况。且虚拟现实可将患者运动轨迹与系统实时显示的运动图像动态匹配,从而实现患者“视觉信息输入-视觉信息输出-运动反馈”的循环^[19]。与此同时,

表 5 全聋型突发性聋伴眩晕患者疗效的多因素 Logistic 回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	OR(95% CI)	P
接受虚拟现实前庭康复治疗	-0.742	0.298	6.205	0.476(0.318 ~ 0.624)	<0.001
年龄(岁)	0.177	0.461	0.148	1.194(0.985 ~ 1.403)	0.117
初诊时间(d)					
8 ~ 14 vs <7	0.777	0.354	4.824	2.176(0.732 ~ 6.201)	0.149
≥ 14 vs <7	1.965	0.601	10.689	7.134(4.189 ~ 8.894)	0.005
听力损失 ≥ 100 dB	1.584	0.746	4.506	3.512(1.235 ~ 10.193)	0.013
单侧反应减弱指数异常	1.632	0.564	8.377	3.625(1.724 ~ 10.175)	0.025
优势偏向异常	1.584	0.742	4.554	4.872(2.018 ~ 8.554)	0.006
扫视波异常	1.473	0.716	4.233	5.116(2.042 ~ 8.915)	0.017
水平半规管增益值	0.777	0.354	4.824	0.822(0.637 ~ 2.980)	0.763
后半规管增益值	-0.233	1.037	0.051	0.792(0.584 ~ 1.472)	0.339

表 6 前庭功能对虚拟现实前庭康复治疗效果的预测能力分析

预测因子	C-Statistics		NRI		IDI	
	95% CI	P	95% CI	P	95% CI	P
模型 1	0.719(0.248 ~ 0.862)	0.008	-	-	-	-
模型 2	0.781(0.402 ~ 0.921)	0.005	0.726(0.411 ~ 0.895)	0.004	0.164(0.086 ~ 0.469)	<0.001
模型 3	0.762(0.356 ~ 0.874)	0.010	0.701(0.348 ~ 0.861)	0.008	0.132(0.031 ~ 0.317)	0.004
模型 4	0.861(0.566 ~ 0.984)	<0.001	0.735(0.589 ~ 0.990)	<0.001	0.245(0.144 ~ 0.647)	<0.001

注:C-Statistics(C 统计量),NRI(净重新分类指数),IDI(综合判别改善指数),95% CI(95% 置信区间)。模型 1 为前庭-眼动反射增益值,模型 2 为前庭-眼动反射增益值和扫视波,模型 3 为前庭-眼动反射增益值、扫视波和单侧反应减弱指数,模型 4 为前庭-眼动反射增益值、扫视波、单侧反应减弱指数和优势偏向。

虚拟现实训练系统可根据患者的实际情况调整训练难度和强度,实现个性化的治疗。本研究 Logistic 回归模型也证实,在药物治疗基础上,全聋型突发性聋伴眩晕患者接受虚拟现实前庭康复治疗对提高治疗效果具有积极作用。

此外,初诊时间 ≥ 14 d、听力损失 ≥ 100 dB、单侧反应减弱指数异常、优势偏向异常、扫视波异常是本研究中影响患者治疗效果的危险因素。若患者发病后较长时间内未得到正规治疗,如只是口服药物或单纯物理治疗,导致病情已持续较长时间,此时神经细胞对药物反应较差,对治疗效果产生一定负面影响。与 Perez Ferreira Neto 等^[20]报道相符,初始重度或极重度听力损失和发病超过 15 d 开始治疗是听力恢复不良预后的独立危险因素。全聋型突发性聋患者可能由于内听动脉微血栓,缺血缺氧,耳蜗、前庭均受累,患者的听力损失程度越重可能越影响前庭系统的正常功能,从而影响治疗效果。双温试验与视频头脉冲试验异常率是评估前庭功能的常用方法,与患者对平衡和空间定向感的感知程度密切相关^[21-22]。Guan 等^[23]研究显示,伴眩晕发作的突发性聋患者中,88.46% 患者出现半规管功能异常。而本研究单因素分析中出现的半规管增益值未在多因素分析中出现,因扫视波的异常包含了显性及隐性扫视波,提示扫视波异常率较增益值在预测疗效上更加敏感。与此同时,接受虚拟现实前庭康复治疗在一定程度上能促进患者听力的恢复,这提示前庭与耳蜗在解剖结构与功能上密不可分,互相影响。本研究进一步分析发现,在接受虚拟现实前庭康复的患者中前庭-眼动反射增益值、扫视波、单侧反应减弱指数和优势偏向参数对患者治疗效果具有一定预测价值,这提示我们,在评估治疗效果时需要考虑多种因素的综合影响,可采取联合预测来提高治疗效果评估的准确性和可靠性。

本研究尚存在一定的局限性,由于研究纳入的样本数据来自单一中心,异质性可能存在于中心内部,增加了选择偏倚的风险,未来还需要扩大样本量进行多中心的前瞻性研究,并将患者随访评估纳入,进一步研究和临床验证以确定最佳的治疗方案,分析前庭功能参数对全聋型突发性聋伴眩晕患者预后的潜在机制,提升研究结果的深度和广度。

综合上述,接受虚拟现实前庭康复治疗全聋型突发性聋伴眩晕患者临床显效率较高,可有效减少患者眩晕持续时间、改善前庭功能异常率、缓解大部分眩晕症状和焦虑抑郁情绪,但需注意患者初诊时

间、听力损失情况,综合前庭功能的前庭-眼动反射增益值、扫视波、单侧反应减弱指数和优势偏向结果,以提高对疗效的预测能力,改善患者的康复效果和生活质量。

参考文献:

[1] 黄静怡,任建君,赵宇. 声治疗在突发性聋伴耳鸣患者中的应用[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2024, 30(1):112-115.

[2] Kovács M, Uzsalý J, Bodzai G, et al. Efficacy of high dose systemic versus combined (systemic and intratympanic) corticosteroid therapy in idiopathic sudden sensorineural hearing loss: a prospective randomized trial and risk factor analysis[J]. Am J Otolaryngol, 2024, 45(1):104099.

[3] Si JP, Jiang H, Li YY. Correlation between effectual time and the curative effect in patients with all frequency descending sudden deafness after treatment[J]. Am J Otolaryngol, 2020, 41(5):102621.

[4] Aliyeva A, Edizer DT. Efficacy of intratympanic steroid therapy for severe and profound sudden sensorineural hearing loss[J]. Am J Otolaryngol, 2024, 45(2):104170.

[5] 吴梅,梁敏,陈建勇,等. 全聋型突发性耳聋患者的预后与前庭症状及前庭功能关系的回顾性分析[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2020, 34(5):33-38.

[6] Hepkarsi S, Kaya I, Kirazli T. Vestibular function assessment in Idiopathic sudden sensorineural hearing loss: a prospective study [J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2024, 281(5):2365-2372.

[7] Chen J, Or CK, Chen T. Effectiveness of using virtual reality-supported exercise therapy for upper extremity motor rehabilitation in patients with stroke: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Med Internet Res, 2022, 24(6):e24111.

[8] Hoffman HG, Boe DA, Rombokas E, et al. Virtual reality hand therapy: a new tool for nonopioid analgesia for acute procedural pain, hand rehabilitation, and VR embodiment therapy for phantom limb pain[J]. J Hand Ther, 2020, 33(2):254-262.

[9] Kashif M, Ahmad A, Bandpei MAM, et al. Combined effects of virtual reality techniques and motor imagery on balance, motor function and activities of daily living in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial[J]. BMC Geriatr, 2022, 22(1):381.

[10] Karamians R, Proffitt R, Kline D, et al. Effectiveness of virtual reality- and gaming-based interventions for upper extremity rehabilitation poststroke: A Meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2020, 101(5):885-896.

[11] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会,中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会. 突发性聋诊断和治疗指南(2015)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 50(6):443-447.

[12] 刘鹏,潘佳欣,邱泽恒,等. 突发性聋患者的平衡障碍特征分析[J]. 中华耳科学杂志, 2023, 21(3):292-296.

[13] Lim KH, Jeong YJ, Han MS, et al. Comparisons among vestibular

examinations and symptoms of vertigo in sudden sensorineural hearing loss patients [J]. Am J Otolaryngol, 2020, 41 (4): 102503.

[14] Hao J, Xie H, Harp K, et al. Effects of virtual reality intervention on neural plasticity in stroke rehabilitation: a systematic review [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2022, 103(3):523 – 541.

[15] Wang L, Huang M, Yang R, et al. Survey of movement reproduction in immersive virtual rehabilitation[J]. IEEE Trans Vis Comput Graph, 2023, 29(4):2184 – 2202.

[16] Wang L, Chen JL, Wong AMK, et al. Game-based virtual reality system for upper limb rehabilitation after stroke in a clinical environment: systematic review and meta-analysis[J]. Games Health J, 2022, 11(5):277 – 297.

[17] Zhu C, Li Y, Ju Y, et al. Dizziness handicap and anxiety depression among patients with benign paroxysmal positional vertigo and vestibular migraine[J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(52): e23752.

[18] Lucieer FMP, Van Hecke R, van Stiphout L, et al. Bilateral vestibulopathy: beyond imbalance and oscillopsia [J]. J Neurol, 2020, 267(Suppl 1):241 – 255.

[19] Hsu HY, Kuo LC, Lin YC, et al. Effects of a virtual reality-based mirror therapy program on improving sensorimotor function of hands in chronic stroke patients: a randomized controlled trial[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2022, 36(6):335 – 345.

[20] Perez Ferreira Neto A, da Costa Monsanto R, Dore Saint Jean L, et al. Clinical profile of patients with unilateral sudden sensorineural hearing loss: correlation with hearing prognosis [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2021, 165(4):563 – 570.

[21] 杨洋,陈钢钢,杨捷,等. 前庭性偏头痛和梅尼埃病的临床特征及前庭功能检查的差异性分析[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2022, 28(2):13 – 17.

[22] Hao W, Ye L, Yu H, et al. Prognosis of vestibular dysfunction in idiopathic sudden sensorineural hearing loss with vertigo: a prospective cohort study [J]. J Neurol, 2023, 270 (11): 5516 – 5526.

[23] Guan R, Zhao Z, Guo X, et al. The semicircular canal function tests contribute to identifying unilateral idiopathic sudden sensorineural hearing loss with vertigo[J]. Am J Otolaryngol, 2020, 41 (3):102461.

(收稿日期:2024 – 03 – 25)

本文引用格式:严森,张红茹,高培,等. 全聋型突发性聋伴眩晕患者虚拟现实前庭康复治疗前后前庭功能变化及其疗效的影响因素分析 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2025,31 (2):37 – 44. DOI:10.11798/j.issn.1007 – 1520.202524115

Cite this article as: YAN Sen, ZHANG Hongru, GAO Pei, et al. Changes of vestibular function before and after virtual reality vestibular rehabilitation in patients with total deafness type sudden deafness with vertigo and factors influencing the therapeutic effect [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2025,31(2):37 – 44. DOI:10.11798/j.issn.1007 – 1520.202524115