

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.04.009

· 临床研究 ·

高频超声在脑卒中偏瘫患者周围神经的形态学
改变评估中的应用价值研究*程杨杨¹ 王涌^{1Δ} 蔡叶华¹ 华艳² 陈婵²

(1 复旦大学附属华山医院超声医学科 上海 200040; 2 复旦大学附属华山医院北院康复医学科 上海 201907)

摘要 目的:研究应用高频超声对脑卒中偏瘫患者周围神经的形态学改变进行评价。**方法:**纳入 2019 年 3 月-2021 年 2 月脑卒中 76 例偏瘫患者作为研究对象(研究组),同时纳入 76 例健康志愿者作为对照(对照组)。通过高频超声对检测所有研究对象正中神经(MN)在横纹处(MN1)、豌豆骨水平(MN2)、钩骨水平(MN3)、腕横纹上方 6 cm(MN4)、肱骨内上髁上 4 cm(MN5)、肱骨中点(MN6)6 个位点的宽度(W)、厚度(T)及横截面积(CSA),并检测尺神经(UN)在肘管处(UN1)、肘管出口(UN2)、肘管入口(UN3)、肱骨内上髁上 6 cm 处(UN4)、肱骨中点(UN5)、肱骨内上髁下 8 cm(UN6)、腕横纹上方 6 cm(UN7)及 Guyon 管处(UN8)8 个位点的 W、T 以及 CAS 值,并进行比较。**结果:**两组研究对象性别、年龄、体重、身高、BMI 以及高频超声检测 MN 在不同位点的 T 值比较无显著差异($P>0.05$);研究组患者高频超声检测 MN 的 6 个位点的 W 值均显著低于对照组($P<0.05$);研究组患者 MN 在 MN4、MN5 和 MN6 3 处位点的 CAS 值均显著低于对照组($P<0.05$);研究组患者高频超声在 UN1、UN3、UN4、UN5 和 UN6 5 处位点的 UN 的 W 值显著低于对照组($P<0.05$);在 UN1 和 UN6 2 处位点的 UN 的 T 值显著低于对照组($P<0.05$);在 UN3 和 UN5 2 处位点的 UN 的 CAS 值显著低于对照组($P<0.05$)。**结论:**通过高频超声评估可以准确获得脑卒中偏瘫患者正中神经和尺神经在不同检测位点的厚度、宽度和横截面积,以此可以用于评价脑卒中偏瘫患者周围神经形态学变化。

关键词:高频超声;脑卒中;偏瘫;周围神经;形态学

中图分类号:R445.1;R743 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2022)04-642-05

Application Value of High-frequency Ultrasound in the Evaluation of
Peripheral Nerve Morphological Changes in Stroke Patients with Hemiplegia*CHENG Yang-yang¹, WANG Yong^{1Δ}, CAI Ye-hua¹, HUA Yan², CHEN Chan²

(1 Department of Ultrasound Medicine, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai, 200040, China;

2 Department of Rehabilitation Medicine, North Hospital, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai, 201907, China)

ABSTRACT Objective: To study the use of high-frequency ultrasound on evaluating the morphological changes of peripheral nerves in stroke patients with hemiplegia. **Methods:** From March 2019 to February 2021, 76 stroke patients with hemiplegia were included as the research objects (research group), and 76 healthy volunteers were included as controls (control group). Detect the median nerve (MN) at the transverse striae (MN1), pea bone level (MN2), hook bone level (MN3), 6 cm above the wrist transverse striae (MN4), and internal epicondyle of the humerus by high-frequency ultrasound. The width (W), thickness (T) and cross-sectional area (CSA) of the upper 4 cm (MN5) and the midpoint of the humerus (MN6) at 6 sites, and the detection of the ulnar nerve (UN) at the cubital canal (UN1), Cubital canal outlet (UN2), cubital canal inlet (UN3), 6 cm above the inner epicondyle of the humerus (UN4), mid-point of the humerus (UN5), 8 cm below the inner epicondyle of the humerus (UN6), 6 above the transverse crease of the wrist The W, T, and CAS values of 8 sites at cm (UN7) and Guyon tube (UN8) were compared. **Results:** There was no significant difference between the two groups of subjects in gender, age, weight, height, BMI, and T value of MN at different sites detected by high-frequency ultrasound($P>0.05$); The W values of 6 sites of MN detected by high-frequency ultrasound in the study group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$); The CAS values of MN at MN4, MN5 and MN6 in the study group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$); The W value of UN in the study group of patients with high-frequency ultrasound at UN1, UN3, UN4, UN5 and UN65 was significantly lower than that in the control group ($P<0.05$); the T value of UN at UN1 and UN6 2 was significantly It was lower than the control group ($P<0.05$); the CAS value of UN at the sites of UN3 and UN52 was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** High-frequency ultrasound evaluation can accurately obtain the thickness, width and cross-sectional area of the median nerve and ulnar nerve at different detection sites in stroke patients with hemiplegia, which can be used to evaluate the morphological changes of peripheral nerves in stroke patients with hemiplegia.

* 基金项目:上海市卫生健康委员会中医药科研项目(2020LQ008)

作者简介:程杨杨(1989-),女,本科,住院医师,研究方向:肌骨超声相关研究,电话:13371961657,E-mail:c1371095743@163.com

Δ 通讯作者:王涌(1972-),男,博士,主任医师,研究方向:临床超声相关研究,电话:13701957346,E-mail:c1371095743@163.com

(收稿日期:2021-08-03 接受日期:2021-08-29)

Key words: High-frequency ultrasound; Stroke; Hemiplegia; Peripheral nerve; Morphology**Chinese Library Classification(CLC):** R445.1; R743 **Document code:** A**Article ID:**1673-6273(2022)04-642-05

前言

脑卒中 (cerebral stroke) 又称 " 中风 "、" 脑血管意外 " (cerebrovascular accident, CVA), 是一种急性脑血管疾病, 是由于脑部血管突然破裂或因血管阻塞导致血液不能流入大脑而引起脑组织损伤的一组疾病, 包括缺血性和出血性卒中^[1-3]。流行病学调查数据显示^[4,5], 卒中已经成为引起我国居民疾病死亡的主要原因之一, 比例超过 20%。此外, 脑卒中不仅具有较高的致死率, 而且具有极高的致残率, 我国已经成为卒中终生风险最高和疾病负担最重的国家^[6,7]。运动功能障碍是脑卒中存活患者最常见的并发症, 研究表明约 80% 的存活脑卒中患者伴有运动功能障碍, 偏瘫是运动功能障碍最常见的症状之一^[8-10]。

神经电生理检测被之前的研究用于评估脑卒中偏瘫患者周围神经的损伤程度, 尽管一些研究发现脑卒中偏瘫患者健康侧与患侧周围神经传导速度并无显著差异, 但也有一些研究提示两者存在显著差异^[11-13]。然而, 神经电生理技术由于检测技术复杂、可重复性差以及检查有创性等诸多缺点导致这项技术无法广泛地应用于脑卒中偏瘫患者周围神经病变的评估中^[14]。高

频超声作为一种无创、便携以及经济等诸多优势的检测技术已经在各个临床领域内被广泛地应用^[15-17]。本研究通过高频超声检测健康志愿者和脑卒中偏瘫患者的患侧正中神经 (median nerve, MN) 和尺神经 (ulnar nerve, UN) 形态学参数, 并进行比较, 为临床评估脑卒中偏瘫患者周围神经病变奠定理论基础。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入 2019 年 3 月 -2021 年 2 月在我院就诊的脑卒中偏瘫患者 76 例, 男 40 例, 女 36 例, 年龄 43~78 周岁, 病程 0.5~3 年; 同时募集 76 例健康志愿者, 男 38 例, 女 38 例, 年龄 42~76 岁。两组患者性别、年龄、体重、身高以及体重指数等一般资料具有可比性, 具体如表 1 所示。研究排除糖尿病患者、其他原因造成的偏瘫、类风湿性关节炎、遗传性神经病变或其他原因引起周围神经病变、药物或酒精成瘾病史、肢体不全或肢体损伤患者以及认知功能障碍患者。

两组研究对象性别、年龄、体重、身高以及 BMI 一般情况均显示无显著差异 ($P>0.05$), 见表 1。

表 1 一般资料

Table 1 General information

Groups	n	Male (n)	Age (year)	Weight (kg)	Height (m)	BMI (kg/m ²)
Control group	76	38	55.32±11.02	62.35±8.99	1.65±0.78	22.90±2.21
Research group	76	40	56.38±12.05	63.08±9.12	1.64±0.72	23.45±3.08
t/ χ^2		0.762	0.928	0.834	1.355	0.212
P		0.415	0.105	0.318	0.089	0.824

1.2 研究方法

所有患者均取仰卧位, 使用日本 Canon Aplio i900 超声诊断仪 (5-10MHZ) 检测正中神经 (median nerve, MN) 和尺神经 (ulnar nerve, UN) 不同部位横切面宽度 (width, W)、厚度 (thickness, T) 及横截面积 (Cross area sectional, CSA)。MN 检测 6 个部位分别为横纹处 (MN1)、豌豆骨水平 (MN2)、钩骨水平 (MN3)、腕横纹上方 6 cm (MN4)、肱骨内上髁上 4 cm (MN5)、肱骨中点 (MN6); UN 检测 8 个部位, 分别为肘管处 (UN1)、肘管出口 (UN2)、肘管入口 (UN3)、肱骨内上髁上 6 cm 处 (UN4)、肱骨中点 (UN5)、肱骨内上髁下 8 cm (UN6)、腕横纹上方 6 cm (UN7) 及 Guyon 管处 (UN8)。

1.3 统计学分析

研究数据通过 SPSS 20.0 进行统计学分析, 以百分比进行计数, 以 (均值±标准差) 计量资料, 计数资料两组间差异选用卡方检验进行分析, 计量资料两组间差异选用非配对 t 检验进行分析。P<0.05 表示差异显著具有统计学意义。

2 结果

2.1 MN 的 W 值比较

研究组患者高频超声检测 MN 的 6 个位点的 W 值均显著低于对照组, 差异显著具有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 2。

表 2 两组研究对象高频超声检测 MN 不同位点的 W 值比较 (cm)

Table 2 Comparison of W values of different sites of MN detected by high-frequency ultrasound in the two groups of subjects (cm)

Groups	n	MN1	MN2	MN3	MN4	MN5	MN6
Control group	76	0.59±0.09	0.53±0.10	0.52±0.09	0.45±0.08	0.47±0.09	0.47±0.08
Research group	76	0.54±0.07	0.49±0.08	0.47±0.09	0.36±0.08	0.42±0.07	0.40±0.06
t		6.258	5.231	2.382	3.567	3.854	7.328
P		<0.001	<0.001	0.031	0.003	0.001	<0.001

2.2 MN 的 T 值比较

对照组研究对象均显示无显著差异($P>0.05$),见表 3。

研究组患者高频超声检测 MN 的 6 个位点的 T 值均与对

表 3 两组研究对象高频超声检测 MN 不同位点的 T 值比较(cm)

Table 3 Comparison of T values of different sites of MN detected by high-frequency ultrasound in the two groups of subjects(cm)

Groups	n	MN1	MN2	MN3	MN4	MN5	MN6
Control group	76	0.24±0.05	0.25±0.04	0.24±0.07	0.26±0.05	0.33±0.07	0.32±0.05
Research group	76	0.23±0.04	0.26±0.05	0.24±0.08	0.27±0.03	0.32±0.08	0.33±0.02
t		0.923	0.354	0.228	0.482	0.318	0.982
P		0.125	0.728	0.802	1.352	0.792	0.109

2.3 MN 的 CAS 值比较

($P<0.05$);而在 MN1(腕横纹处)、MN2(豌豆骨水平)和 MN3

研究组患者高频超声检测 MN 在 MN4 (腕横纹上方 6 cm)、MN5(肱骨内上髁上 4 cm)和 MN6(肱骨中点)3 处位点的 CAS 值均显著低于对照组研究对象,差异显著具有统计学意义

(钩骨水平)3 处位点的 CAS 值与对照组研究对象无显著差异($P>0.05$)。见表 4。

表 4 两组研究对象高频超声检测 MN 不同位点的 CAS 值比较(cm²)

Table 4 Comparison of CAS values of different sites of MN detected by high-frequency ultrasound in the two groups of subjects(cm²)

Groups	n	MN1	MN2	MN3	MN4	MN5	MN6
Control group	76	0.11±0.03	0.10±0.04	0.10±0.02	0.08±0.02	0.12±0.03	0.12±0.02
Research group	76	0.10±0.02	0.09±0.02	0.10±0.03	0.07±0.01	0.10±0.02	0.10±0.02
t		0.801	1.949	0.838	3.899	7.113	9.827
P		0.234	0.054	0.302	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 UN 的 W 值比较

研究对象,差异显著具有统计学意义($P<0.05$);而在 UN2(肘管出口)、UN7(腕横纹上方 6 cm)和 UN8(Guyon 管处)3 处位点的 W 值与对照组研究对象比较无显著差异($P>0.05$)。见表 5。

研究组患者高频超声检测 UN 在 UN1(肘管处)、UN3(肘管入口)、UN4 (肱骨内上髁上 6 cm 处)、UN5 (肱骨中点)和 UN6(肱骨内上髁下 8 cm)5 处位点的 W 值显著低于对照组研

究对象,差异显著具有统计学意义($P<0.05$);而在 UN2(肘管出口)、UN7(腕横纹上方 6 cm)和 UN8(Guyon 管处)3 处位点的 W 值与对照组研究对象比较无显著差异($P>0.05$)。见表 5。

表 5 两组研究对象高频超声检测 UN 不同位点的 W 值比较 (cm)

Table 5 Comparison of W values of different sites of UN detected by high-frequency ultrasound in the two groups of subjects (cm)

Groups	n	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UN6	UN7	UN8
Control group	76	0.39±0.08	0.36±0.07	0.40±0.08	0.38±0.07	0.39±0.07	0.37±0.08	0.37±0.06	0.39±0.05
Research group	76	0.34±0.03	0.36±0.06	0.33±0.06	0.32±0.05	0.33±0.05	0.31±0.02	0.36±0.07	0.39±0.07
t		6.382	0.638	8.418	3.108	9.027	7.038	0.712	0.211
P		<0.001	0.531	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	0.628	0.937

2.5 UN 的 T 值比较

UN3(肘管入口)、UN4(肱骨内上髁上 6 cm 处)、UN5(肱骨中点)、UN7(腕横纹上方 6 cm)和 UN8(Guyon 管处)6 处位点的 W 值与对照组研究对象比较无显著差异($P>0.05$)。见表 6。

研究组患者高频超声检测 UN 在 UN1 (肘管处) 和 UN6 (肱骨内上髁下 8 cm)2 处位点的 T 值显著低于对照组研究对象,差异显著具有统计学意义($P<0.05$);而在 UN2(肘管出口)、

UN3(肘管入口)、UN4(肱骨内上髁上 6 cm 处)、UN5(肱骨中点)、UN7(腕横纹上方 6 cm)和 UN8(Guyon 管处)6 处位点的 W 值与对照组研究对象比较无显著差异($P>0.05$)。见表 6。

表 6 两组研究对象高频超声检测 UN 不同位点的 T 值比较(cm³)

Table 6 Comparison of T values of different sites of UN detected by high-frequency ultrasound in the two groups of subjects(cm³)

Groups	n	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UN6	UN7	UN8
Control group	76	0.33±0.10	0.25±0.05	0.24±0.03	0.22±0.02	0.23±0.08	0.26±0.07	0.22±0.03	0.19±0.02
Research group	76	0.27±0.05	0.26±0.04	0.24±0.05	0.23±0.04	0.23±0.07	0.23±0.05	0.22±0.02	0.21±0.02
t		6.927	0.822	0.916	0.782	1.625	3.421	1.025	1.641
P		<0.001	0.108	0.089	0.327	0.058	0.028	0.082	0.055

2.6 UN 的 CAS 值比较

研究组患者高频超声检测 UN 在 UN3(肘管入口)和 UN5(肱骨中点)2 处位点的 CAS 值显著低于对照组研究对象,差异显著具有统计学意义($P<0.05$);而在 UN1(肘管处)、UN2(肘管

出口)、UN4(肱骨内上髁上 6 cm 处)、UN6(肱骨内上髁下 8 cm)UN7(腕横纹上方 6 cm)和 UN8(Guyon 管处)6 处位点的 CAS 值与对照组研究对象比较无显著差异($P>0.05$)。见表 7。

表 7 两组研究对象高频超声检测 UN 不同位点的 CAS 值比较 (cm²)

Table 7 Comparison of CAS values of different sites of UN detected by high-frequency ultrasound in the two groups of subjects (cm²)

Groups	n	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UN6	UN7	UN8
Control group	76	0.09±0.03	0.07±0.01	0.08±0.02	0.06±0.01	0.07±0.02	0.07±0.02	0.06±0.01	0.05±0.02
Research group	76	0.08±0.02	0.07±0.03	0.06±0.02	0.06±0.02	0.06±0.03	0.07±0.01	0.06±0.03	0.06±0.02
t		1.311	1.028	2.305	0.982	2.382	0.625	0.721	0.956
P		0.102	0.156	0.021	0.081	0.028	0.612	0.527	0.085

3 讨论

脑卒中是由于局部脑组织血液循环障碍引起的血管疾病,中枢神经系统是其主要的损伤对象,因此大部分存活脑卒中患者出现偏瘫症状。此外,之前的大量文献也证实,脑卒中偏瘫患者还存在周围神经病变,比如冯晴等人^[18]对比 80 例脑卒中偏瘫患者和 40 例健康志愿者胫神经和腓总神经的感觉神经传导速度和运动神经传导速度时发现,脑卒中偏瘫患者胫神经和腓总神经的感觉神经传导速度和运动神经传导速度均低于健康志愿者;Tsur^[19]的研究发现,脑卒中患者患侧腓总神经传导速度和波幅都显著低于健康一侧。

本研究纳入 76 例脑卒中偏瘫患者和 76 例健康志愿者,通过高频超声检测对其周围神经进行形态学评估,研究结果发现:与健康志愿者相比,脑卒中患者患侧高频超声检测的正中神经和尺神经部分检测位点宽度(W)、厚度(T)和横截面积(CAS)存在显著差异,主要表现在脑卒中患者正中神经全部位点 W 值和部分位点 CAS 值显著小于健康志愿者,尺神经部分位点 W、T 和 CAS 小于健康志愿者,表明脑卒中患者周围神经发生损伤,并且可以应用高频超声评估。这与李向哲等人^[20]的研究结果一致,李向哲等人比较 20 例脑卒中偏瘫伴肩关节半脱位患者健康侧和患侧周围神经电生理特征时发现,患侧肩胛上神经、腋神经、肌皮神经、桡神经、正中神经、尺神经 CMAP 波幅均显著降低($P<0.05$),表明脑卒中伴肩关节半脱位患者患侧周围神经发生损伤。与李向哲等人的研究相比,本研究选用高频超声对脑卒中偏瘫患者周围神经病变进行评估,检测方法更加简单、经济和无创,并且具有检测位点更多的优势。

研究表明^[21-25],脑卒中引起中枢神经系统损伤,进而导致皮质脊髓纤维束退化,随之引起运动神经元跨突触改变和神经性紊乱,当运动神经元损伤到一定程度后即出现偏瘫。周围神经病变是神经科医师临床工作中常见的一大类疾病,其病因复杂,病理表现多样,临床表现相似,病情轻重程度不一,为疾病的确诊带来挑战^[26-28]。超声技术在周围神经病中的应用为近年来研究热点,随着定量超声的发展,已成为该类疾病诊断中极具意义的辅助检查手段。应用高频超声检测脑卒中偏瘫患者周围神经时,当周围神经出现卡压时,神经内膜和神经束膜就会出现水肿增厚现象,引起周围神经脱髓鞘病变,并且随卡压时

间延长而出现的病变程度越严重^[29]。本次研究所发现的高频超声检测获得的脑卒中偏瘫患者周围神经 W、T 和 CAS 在部分位点出现不同程度的缩小,这在国内外研究报道中也是较少的,仅陈远等人^[30]发表类似的研究。陈远等人研究发现,脑卒中偏瘫患者正中神经部分位点 CAS 小于健康志愿者,尺神经部分位点 W、T 和 CAS 小于健康志愿者,与本研究结果一致,但本次研究纳入的样本量更大。

综上所述,本研究结果表明高频超声检测可以准确获得脑卒中偏瘫患者周围神经不同检测位点的厚度、宽度和横截面积,可以被用于评估脑卒中偏瘫患者周围神经病变程度。然而,由于本次研究样本量有限,无法准确获知脑卒中偏瘫患者周围神经病变的规律,尚需后期大样本研究。

参考文献(References)

- [1] Mariame C, Mohammed E J, Zainab B, et al. Simultaneous acute myocardial infarction, bilateral pulmonary embolism, and acute ischaemic cerebral stroke, a delayed complication in a patient with COVID-19 infection: case report [J]. Eur Heart J Case Rep, 2021, 5 (6): 1-6
- [2] Eunjoo R N, Cen R. Complexities of Identifying Posterior Cerebral Artery Cerebrovascular Stroke[J]. J Emerg Nurs, 2020, 46(2): 210-213
- [3] Guo Z N, Li Q, Ni W, et al. Chinese Stroke Association guidelines for clinical management of cerebrovascular disorders: executive summary and 2019 update of clinical management of spontaneous subarachnoid haemorrhage[J]. Stroke Vasc Neurol, 2019, 4(4): 176-192
- [4] Sophia H, Bijun C, Michael M, et al. Stroke epidemiology and stroke policies in China from 1980 to 2017: A systematic review and meta-analysis[J]. Int J Stroke, 2020, 15(1): 18-28
- [5] Wei Y, Wang M, Gui Y, et al. Carotid artery stiffness in rural adult Chinese: a cross-sectional analysis of the community-based China stroke cohort study[J]. BMJ Open, 2020, 10(10): e036398
- [6] Zhou W, Chen R, Hopkins A, et al. Association between socioeconomic status and incident stroke in China [J]. J Epidemiol Community Health, 2020, 74(6): 519-526
- [7] Xuemeng, Bian, Mei. Construction of Simulation Platform for Chinese Stroke Economic Burden Based on the National Screening Data [J]. Stud Health Technol Inform, 2019, 21(264): 979-982
- [8] Kim WS, Choi H, Jung JW, et al. Asymmetry and Variability should

- be included in the Assessment of Gait Function in Post-stroke Hemiplegia with Independent Ambulation during early Rehabilitation [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2021, 102(4): 611-618
- [9] Tsuchimoto S, Shindo K, Hotta F, et al. Sensorimotor Connectivity after Motor Exercise with Neurofeedback in Post-Stroke Patients with Hemiplegia[J]. *Neuroscience*, 2019, 15(416): 109-125
- [10] K Monte-Silva, Piscitelli D, N Norouzi-Gheidari, et al. Electromyogram-Related Neuromuscular Electrical Stimulation for Restoring Wrist and Hand Movement in Poststroke Hemiplegia: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2019, 33(2): 96-111
- [11] Rama C, Jca C, Cmsb C, et al. Neurophysiology of motor skill learning in chronic stroke[J]. *Clin Neurophysiol*, 2020, 131(4): 791-798
- [12] Boyd L. Can TMS based neurophysiology inform the delivery of rTMS after stroke?[J]. *Brain Stimulation*, 2019, 12(2): 581-582
- [13] Trompetto C, A Currù, Puce L, et al. Spastic dystonia in stroke subjects: prevalence and features of the neglected phenomenon of the upper motor neuron syndrome [J]. *Clin Neurophysiol*, 2019, 130(4): 521-527
- [14] Stinear C M, Barber P A. Neurophysiology to guide acute stroke treatment[J]. *Clin Neurophysiol*, 2020, 131(9): 2284-2285
- [15] Kastelein A W, Graaf B, Latul Y P, et al. Ultra high frequency ultrasound: a promising technique to visualize pelvic floor meshes in vivo[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2021, 57(4): 653-654
- [16] 王诗琪, 刘洁, 朱庆莉, 等. 皮肤高频超声和皮肤镜在基底细胞癌术前精确评估中的应用[J]. *中华皮肤科杂志*, 2020, 53(01): 51-55
- [17] Dejohn C R, Seshadri M. Ultra-high frequency ultrasound as a clinical adjunct for imaging the oral cavity: added value of quantitative analysis[J]. *Dentomaxillofac Rad*, 2020, 49(7): 20200314
- [18] 冯晴, 余晓峰, 王大鹏, 等. 超声电刺激结合目标设置理念下康复训练治疗对脑卒中偏瘫患者周围神经电生理学和形态学的影响[J]. *实用医院临床杂志*, 2020, 17(6): 57-61
- [19] Tsur A. Common peroneal neuropathy in patients after first time stroke[J]. *Isr Med Assoc J*, 2007, 9(12): 886-869
- [20] 李向哲, 许攀攀, 王盛, 等. 脑卒中后肩关节半脱位对偏瘫侧上肢周围神经电生理特征的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(02): 122-127
- [21] Klein C S, Rymer W Z, Fisher M A. Altered nerve excitability properties after stroke are potentially associated with reduced neuromuscular activation[J]. *Clin Neurophysiol*, 2020, 131(6): 1407-1418
- [22] Mjdca B, Kdra B, Apsa B, et al. Functional electrical stimulation of the peroneal nerve improves post-stroke gait speed when combined with physiotherapy. A systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2021, 64(1): 101388
- [23] Yong S J, Kim J K, Jin S B, et al. Short-term cane use in subacute stroke patients affects the nonparetic upper extremity nerves [J]. *Int J Rehabil Res*, 2020, 43(2): 148-153
- [24] Kerimov K, Coskun Benlidayi I, Ozdemir C, et al. The Effects of Upper Extremity Isokinetic Strengthening in Post-Stroke Hemiplegia: A Randomized Controlled Trial [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(6)
- [25] Berenpas F, Weerdesteyn V, Geurts A C, et al. Long-term use of implanted peroneal functional electrical stimulation for stroke-affected gait: the effects on muscle and motor nerve [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2019, 16(1): 86-92
- [26] Mustapa A, Justine M, Mustafah N M, et al. The Impact of Diabetic Peripheral Neuropathy on Spatiotemporal Gait Parameters in Stroke Survivors: A Case-Control Study[J]. *Sains Malays*, 2021, 50(1): 191-199
- [27] 马书杰, 吴佳佳, 华续赞, 等. 周围神经损伤及脑功能重塑研究进展 [J]. *中国康复*, 2019, 34(003): 165-168
- [28] Jin P H. Peripheral Neuropathy: More than Numb Feet [J]. *Clin Geriatr Med*, 2021, 37(2): 13-15
- [29] Lycan T, Thomas A, Hsu FC, et al. Non-invasive assessment of chemotherapy-induced peripheral neuropathy using neuromuscular ultrasound in breast cancer patients [J]. *J Clin Oncol*, 2019, 37(15s): e23152-e23152
- [30] 陈远, 张明顶, 杨秀玲, 等. 高频超声评价脑卒中偏瘫病人周围神经的形态学改变 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2016, 14(011): 1290-1293