بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده ادبیات و علوم انسانی
گروه تربیت بدنی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی

گرایش فیزیولوژی ورزش

مقایسه تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن (BWST) بر عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF) سرمی، عملکرد حسی- حرکتی و کیفیت زندگی افراد پراپلژی

استاد راهنما:

دکتر محمد فرامرزی

استاد مشاور:

دکتر ابراهیم بنی طالبی

پژوهشگر:

مجید چراغ چشم

اسفند ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات

و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم

و

برادران و خواهران عزیزم

تقدیر و تشکر:

- بر خود واجب می دانم خدای متعال را شاکر باشم که با وجود تمامی مشکلات, اراده و پشتکار لازم را به من عنایت فرمود.

- از اساتید ارجمندم, جناب آقای **دکتر محمد فرامرزی** استاد راهنما و جناب آقای **دکتر ابراهیم بنی طالبی** استاد مشاور که زحمت راهنمایی و مشاوره این پایان نامه را تقبل کردند.

- از داوران گرامی جناب آقای **دکتر محمد رضا مرادی** و سرکار خانم دکتر سمیه صفری که باز خوانی و داوری پایان نامه را بر عهده گرفتند.

- از خانواده ی محترم خودم که با سعه ی صدر و فداکاریشان سختی ها را بر من آسان نمودند.

- همچنین از آزمودنی های این طرح که داوطلبانه وقتشان را در اختیار طرح قرار دادند.

- از عزیزانی که حضور سبزشان در لحظه لحظه ی زندگی ام جاری بود و محبت بی دریغشان را همواره در طول مدت تحصیل در وجودم احساس کردم.

- در پایان از دوستان عزیزم آقای دکتر مصطفی رحیمی، دکتر محمد حسن رحیمی، جمشید احمدیان، دکتر ستار توحیدی، مهندس وحید محمدی، صادق اختیاری ،مهندس علی اکبر طاهری، مهندس احمد نعمتی، مهندس علی فلاحتی، مهندس سعید نوروزی، اسد الله ابراهیمی، مهدی رئیسی دهکردی، آرمان دهقان و خانم سهیلی و پرسنل محترم کلینیک توانبخشی ورزشی پارس کمال تشکر و سپاسگذاری را دارم.

چکیده

روش‌های توانبخشی مختلفی در درمان آسیب‌های نخاعی، اعم از تمرینات توانبخشی، کار درمانی، تحریک الکتریکی عملکردی (FES) وجود دارد. عامل نوروتروفین مشتق شده از مغز (BDNF) فراوان‌ترین عامل نروتروفینی در مغز و نخاع است که نقشی تنظیمی در تمایز نورونی، شکل پذیری سیناپسی، بقای سلول عصبی را ایفا می‌کند. از این رو هدف از این پژوهش مقایسه تاثیر تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن (BWST) بر میزان تغییرات عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF) سرمی، عملکرد حسی- حرکتی و کیفیت زندگی در افراد پاراپلژی می‌باشد. بدین منظور تعداد ۱۷ نفر از افراد مبتلا به ضایعه نخاعی پاراپلژی با دسته بندی ASIA A, B با میانگین سنی ۱/۷۹۳±۳۲/۵۳ سال، قد ۱/۶۵۸±۱۷۵/۷۱ سانتی‌متر، وزن ۲/۴۴۲±۷۱/۵۹ کیلوگرم، شاخص توده بدنی (BMI) ۰/۸۲۸±۲۳/۱۸ کیلوگرم بر متر مربع و درصد چربی بدن ۰/۹۴۱±۲۳/۸۴ از افراد در دسترس و داوطلب همکاری به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. این آزمودنی‌ها بر اساس نمره حسی و حرکتی انجمن ضایعه نخاعی آمریکا (ASIA) به دو گروه تمرین BWST (n = ۱۰) و گروه تمرین سنتی (n = ۷) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در یک دوره ۱۲ هفته‌ای، ۴ جلسه در هفته شرکت کردند. تمرینات BWST شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن روی دوچرخه ثابت و سپس ۴۵ دقیقه تمرین با ۵۰٪ وزن بدن روی دستگاه نوارگردان و در آخر ۱۰ دقیقه تمرینات سرد کردن بود و در هر هفته ۱۰٪ به وزن تحمل شده اضافه می‌شد. تمرینات سنتی شامل یک زمان ۱۵ دقیقه‌ای گرم کردن روی دوچرخه ثابت و ۴۵ دقیقه تمرینات کششی حس عمقی، انجام حرکات در دامنه حرکتی کامل، FES و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. . قبل از شروع اولین جلسه تمرین و پس از آخرین جلسه تمرین در حالی که آزمودنی‌ها ناشتا بودند، از هر نفر ۵ سی سی خون گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t- مستقل برای تغییرات بین گروهی استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد گروه تمرینات با حمایت وزن (BWST) در مقایسه با گروه تمرینات سنتی، کاهش معنی‌داری(p = ۰/۰۰۹) در غلظت BDNF و همچنین تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد حسی (P=۰/۰۰۳) و حرکتی (P=۰/۰۰۰) داشته است. از طرف دیگر تفاوت معنی‌داری در کیفیت زندگی از نظر جسمی و(P=۰/۳۱۳) روانی (P=۰/۲۵۷)بین دو گروه وجود نداشت. در نتیجه، تمرینات BWST در مقایسه با تمرینات سنتی می-تواند باعث کاهش BDNF و بهبود حس و حرکت در افراد پاراپلژی شود.

کلید واژه‌ها: تمرینات باحمایت وزن (BWST)، عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF)، عملکرد حسی-حرکتی، کیفیت زندگی

فهرست

عنوان شماره صفحه

فصل اول (کلیات تحقیق) ۱۵

۱-۱- مقدمه ۹

۱-۲- بیان مساله ۱۲

۱-۳- ضرورت و اهمیت تحقیق ۱۴

۱-۴- اهداف اصلی طرح: ۱۵

۱-۴-۱- اهداف اختصاصی: ۱۵

۱-۴-۲- ارائه فرضیات: ۱۵

۱-۵- تعریف کلید واژه‌ها: ۱۶

فصل دوم (مبانی نظری و پیشینه تحقیق) ۲۵

۲-۱ مقدمه ۱۹

۲-۲- مبانی نظری ۱۹

۲-۲-۱- آناتومی طناب نخاع ۱۹

۲-۲-۱-۱- ساختمان داخلی نخاع ۲۱

۲-۲-۲- آسیب طناب نخاع ۲۱

۲-۲-۲-۱- آسیب کامل و ناقص نخاعی: ۲۳

۲-۲-۲-۲- تتراپلژی - پاراپلژی ۲۴

۲-۲-۲-۳- تعیین سطح و شدت ضایعه ۲۴

۲-۲-۲-۴- تظاهرات بالینی ضایعه نخاعی: ۲۶

۲-۲-۲-۵- سطوح حرکتی و عملکردی ضایعه نخاعی پراپلژی ۲۶

۲-۲-۲-۵-۱- ضایعه نخاعی پراپلژی سینه‌ای ۲۶

۲-۲-۲-۵-۲- ضایعه نخاعی پراپلژی کمری ۲۷

۲-۲-۳- نوروتروفین‌ها ۲۷

۲-۲-۳-۱- عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF) ۳۰
۲-۲-۴-کیفیت زندگی افراد ضایعه نخاعی ۳۳
۲-۲-۴-۱- پرسشنامه SF-36 (Short Form Health Survey): ۳۴
۲-۲-۴-۲- بررسی فرم کوتاه ۳۶ موردی سلامت ۳۴
۲-۳- پیشینه تحقیق ۳۶
۲-۳-۱- عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF) ۳۶
۲-۳-۲- عملکرد حسی و حرکتی ۴۶
۲-۳-۳- کیفیت زندگی ۵۰
فصل سوم (روش‌شناسی تحقیق) ۶۴
۳-۱- مقدمه ۵۸
۳-۲- روش و نوع تحقیق ۵۸
۳-۳- جامعه و نمونه آماری ۵۸
۳-۴- متغییر های تحقیق: ۵۹
۳-۴-۱- متغیر مستقل: ۵۹
۳-۴-۲- متغیر وابسته: ۵۹
۳-۵- روش جمع آوری اطلاعات ۵۹
۳-۵-۱- ابزار و وسایل جمع آوری داده‌ها ۶۰
۳-۵-۲- اندازه‌گیری مشخصات بدنی آزمودنی‌ها ۶۰
۳-۵-۲-۱- قد: ۶۰
۳-۵-۲-۲- وزن : ۶۱
۳-۵-۲-۳- اندازه‌گیری شاخص توده بدنی(BMI): ۶۱
۳-۵-۲-۴ درصد چربی: ۶۱
۳-۵-۲ شیوه اجرای برنامه تمرینی: ۶۱
۳-۵-۳ اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی : ۶۱
۳-۵-۳-۱- ابزارها و روش اندازه‌گیری ۶۲

۳-۵-۳-۲- اندازه‌گیری BDNF سرمی ۶۲
۳- ۶- روش تجزیه و تحلیل آماری..... ۶۲
۳-۷- قلمرو تحقیق: ۶۲
۳-۸- ملاحظات اخلاقی: (در صورت ضرورت) ۶۳
فصل چهارم (نتایج تحقیق)..... ۷۱
۴-۱- مقدمه..... ۶۵
۴-۲- مشخصات بدنی و بیوشیمیایی آزمودنی‌ها ۶۶
۴-۳- آزمون طبیعی بودن داده‌ها..... ۶۷
۴-۴- یافته‌های مربوط به عامل مشتق شده از مغز (BDNF) سرمی، عملکرد حسی –حرکتی و کیفیت زندگی افراد پاراپلژی بر اساس اهداف و فرضیه‌های تحقیق ۶۸
۴-۴-۱- میزان تغیرات عامل مشتق شده از مغز (BDNF) سرمی در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۶۸
۴-۴-۲- میزان تغیرات عملکرد حرکتی (LEMS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۰
۴-۴-۳- میزان تغیرات عملکرد حسی (Pin Score) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۲
۴-۴-۴- میزان تغیرات عملکرد حسی (Light Score) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۳
۴-۴-۵- میزان تغیرات کیفیت زندگی در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۵
۴-۴-۵-۱ مقایسه تغیرات نمره عملکرد جسمانی (PF) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۵
۴-۴-۵-۲- مقایسه تغیرات محدودیت در نقش جسمانی(RP) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۶
۴-۴-۵-۳- مقایسه تغیرات نمره درد جسمانی (BP) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی..... ۷۸
۴-۴-۵-۴- مقایسه تغیرات نمره سلامت عمومی (GH) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۹
۴-۴-۵-۵- مقایسه تغیرات نمره انرژی و خستگی (VI) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۰
۴-۴-۵-۶- مقایسه تغیرات نمره عملکرد اجتماعی (SF) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۲
۴-۴-۵-۷- مقایسه تغیرات نمره محدودیت در نقش احساسی (RE) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی..۸۳
۴-۴-۵-۸- مقایسه تغیرات نمره سلامت روحی (MH) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۵
۴-۴-۵-۹- مقایسه تغیرات نمره بخش جسمی (PCS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی..... ۸۶
۴-۴-۵-۱۰- مقایسه تغیرات نمره بخش روانی (MCS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۷

فصل پنجم (بحث و نتیجه‌گیری)..... ۹۵

۵-۱- بحث و بررسی تغییرات وزن توده خالص بدن، توده چربی بدنی و درصد چربی بدن در افراد پاراپلژی بدنبال ۱۲ هفته BWST و تمرینات سنتی ۸۹

۵-۲- بحث و بررسی تغییرات عامل نروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF) سرمی در افراد پاراپلژی بدنبال ۱۲ هفته BWST و تمرینات سنتی ۹۱

۵-۳- بحث و بررسی تغییرات عملکرد حسی و حرکتی در افراد پاراپلژی بدنبال ۱۲ هفته BWST و تمرینات سنتی عملکرد حسی و حرکتی ۹۴

۵-۴- بحث و بررسی تغییرات کیفیت زندگی در افراد پاراپلژی بدنبال ۱۲ هفته BWST و تمرینات سنتی ۹۵

۵-۵- پیشنهادات ۹۸

۵-۵-۱ پیشنهادات کاربردی..... ۹۸

۵-۵-۱ پیشنهادات پژوهشی ۹۸

منابع ۱۱۴

فهرست شکل‌ها

عنوان شماره صفحه

شکل ۲-۱ تصویر شماتیک از نخاع و لایه‌های آن ۲۷

شکل ۲-۲ نوروتروفین‌ها و گیرنده‌های مربوط به نوروتروفین‌ها ۳۰

فهرست جدول‌ها

عنوان شماره صفحه

جدول ۲-۱ انواع نوروتروفین‌ها و عملکردهای آن‌ها ۳۵

جدول۲-۲ هشت حیطه پرسشنامه SF-۳۶ ۴۱

جدول ۳-۱ مشخصات آزمودنی‌ها ۷۰

جدول ۴-۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های بیوشیمیایی و بدنی آزمودنی‌ها ۷۲

جدول ۴-۲ نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف در متغییرهای مورد بررسی ۷۴

جدول ۴-۳ مقایسه تغیرات فاکتور مشتق شده از مغز (BDNF) سرمی (پیکوگرم بر میلی‌لیتر) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۵

جدول ۴-۴ مقایسه تغیرات عملکرد حرکتی (LEMS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۷

جدول ۴-۵ مقایسه تغیرات عملکرد حسی (Pin Score) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۸

جدول ۴-۶ مقایسه تغیرات عملکرد حسی (Light Score) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۰

جدول ۴-۷ مقایسه تغیرات نمره عملکرد جسمانی (PF) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۱

جدول ۴-۸ مقایسه تغیرات محدودیت در نقش جسمانی (RP) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۳

جدول ۴-۹ مقایسه تغیرات نمره درد جسمانی (BP) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۴

جدول ۴-۱۰ مقایسه تغیرات نمره سلامت عمومی (GH) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۵

جدول ۴-۱۱ مقایسه تغیرات نمره انرژی و خستگی (VI) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۷

جدول ۴-۱۲ مقایسه تغیرات نمره عملکرد اجتماعی (SF) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۸

جدول ۴-۱۳ مقایسه تغیرات نمره محدودیت در نقش احساسی (RE) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۰

جدول ۴-۱۴ مقایسه تغیرات نمره سلامت روحی (MH) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۱

جدول ۴-۱۵ مقایسه تغیرات نمره بخش جسمی (PCS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۲

جدول ۴-۱۶ مقایسه تغیرات نمره بخش روانی (MCS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۴

نمودارها

عنوان شماره صفحه

نمودار ۴-۱ میزان تغیرات فاکتور مشتق شده از مغز (BDNF) سرمی (پیکوگرم بر میلیلیتر) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۰

نمودار ۴-۲- میزان تغییرات عملکرد حرکتی (LEMS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۷

نمودار ۴-۳ میزان تغییرات عملکرد حسی (Pin Score)در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۷۹

نمودار ۴-۴ میزان تغییرات عملکرد حسی (Light Score) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۰

نمودار ۴-۵ میزان تغیرات عملکرد جسمانی (PF) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۲

نمودار ۴-۶ میزان تغیرات محدودیت در نقش جسمانی(RP) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۳

نمودار ۴-۷ میزان تغیرات درد جسمانی (BP) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۵

نمودار ۴-۸ میزان تغیرات سلامت عمومی (GH) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۶

نمودار ۴-۹ میزان تغیرات انرژی و خستگی (VI) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۷

نمودار ۴-۱۰ میزان تغیرات عملکرد اجتماعی (SF) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۸۹

نمودار ۴-۱۱ میزان تغیرات نمره محدودیت در نقش احساسی (RE) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۰

نمودار ۴-۱۲ میزان تغیرات نمره سلامت روحی (MH) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۲

نمودار ۴-۱۳ میزان تغیرات نمره بخش جسمی (PCS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۳

نمودار ۴-۱۴ میزان تغیرات نمره بخش روانی (MCS) در آزمودنی‌های گروه BWST و سنتی ۹۴

پیوست‌ها

عنوان شماره صفحه

پیوست الف ۱۰۰

پیوست ب ۱۰۱

پیوست ج ۱۰۲

پیوست د ۱۰۳

پیوست ه ۱۰۴

پیوست و ۱۱۰

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

یکی از پیامدهای زندگی در جوامع امروزی، شیوع به نسبت بالای ضایعات نخاعی[1] (SCI) است که بطور عمده به سبب حوادث رانندگی، حوادث شغلی و یا ورزشی اتفاق می‌افتد. صدمات وارده به نخاع یکی از جدی‌ترین آسیب‌های جسمانی می‌باشد که می‌تواند باعث ایجاد اختلال در دستگاه‌های مختلف بدن و حتی تهدید کننده حیات فرد باشد. ضایعه نخاعی یا آسیب طناب نخاعی سطح مقطعی از طناب نخاعی است، که در نتیجه فلج کامل یا ناقص عضله، صدمات حسی، و اختلال دستگاه اتونوم زیر سطح آسیب رخ می‌دهد(۱, ۲). آسیب طناب نخاعی یک موقعیت تخریب کننده بوده (۳) که سالیانه بیش از ۱۳۰ هزار نفر آسیب دیده گزارش می شود(۴).

شیوع ضربه‌ی آسیب طناب نخاعی در سراسر جهان حدود ۷۵۰ در هر میلیون نفر می‌باشد و بروز آن درحال افزایش است(۵). در ایران حدود پنج هزار بیمار آسیب نخاعی (SCI) وجود دارد که از این تعداد دو هزار نفر در جنگ تحمیلی و سه هزار نفر دیگر بر اثر سانحه رانندگی و تصادف و سقوط از ارتفاع دچار آسیب نخاعی شده‌اند(۶). در هر سال هزاران نفر بر اثر حوادث مختلف دچار آسیب نخاعی می‌شوند(۷). وجود ضایعه نخاعی می-

[1] Spinal Cord injury

تواند تمام ابعاد زندگی فرد را تحت تاثیر قرار دهد و همه سیستم‌های بدن او را تحت الشعاع قرار دهد(۸). مرکز آمار ملی ضایعات نخاعی[1] (NSCISC) آمریکا حوادثی اخیری که از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۲ منجر به آسیب طناب نخاعی شده‌اند را دسته‌بندی کرده است: یک: ۳۹/۱۹ درصد مربوط به وسایل نقلیه که ۲۷/۶۹ مربوط به خودرو ماشینی، ۶/۵۴ درصد موتورسیکلت، ۲/۴۱ درصد دوچرخه، ۱/۲۴ درصد قطار، ۰/۳۴ هواپیما، ۰/۱۸ ماشین برف روب، ۰/۱۱ وسایل قایقی و ۶۸/. دیگر وسایل می‌باشد. دو: ۲۸/۵۹ درصد مربوط به صدمات ناشی از سقوط و افتادن می‌باشد. سه: ۱۵/۳۳ درصد مربوط به صدمات ناشی درگیری و نزاع بین افراد می‌باشد. چهار: ۷/۹۳ درصد مربوط به صدمات ناشی از ورزش‌ها، تفریح و سرگرمی‌ها می‌باشد. پنج: ۸/۹۹ درصد دیگر مربوط به حوادث پزشکی، جراحی، سقوط اشیاء و عبور از عابر پیاده می‌باشد(۹). براساس آخرین آمار مرکز حمایت از معلولین ضایعات نخاعی ایران در سال ۱۳۹۲ افراد مبتلا به ضایعه نخاعی در ایران ۳۰ درصد نسبت به سال ۱۳۹۱ افزایش یافته است، که در سال ۱۳۹۱ تعداد افراد مبتلا به ضایعه نخاعی ۱/۸۰۰ هزار نفر، و در سال ۱۳۹۲ تعداد افراد مبتلا به ضایعه نخاعی ۲/۴۶۳ هزار نفر گزارش شده است(۱۰).

مطالعات اخیر نشان داد که تروما (آسیب) علت عمده‌ی آسیب طناب نخاعی در میان افراد جوانان دارای سن بین ۱۴ تا ۴۰ سال می‌باشد. تصادفات وسیله نقلیه موتوری علت اصلی آسیب‌های طناب نخاعی هستند و در مرتبه بعدی، آسیب‌های ناشی از اسلحه و حوادث ورزشی قرار دارند(۱۱, ۱۲). این اختلال بر اساس میزان عملکرد فرد، از دست دادن احساس، و ناتوانی در ایستادن و راه رفتن مشخص می‌شود(۱۳).

آسیب طناب نخاعی شامل دو فرایند آسیب مکانیکی مجزا ولی مرتبط می‌شود که به عنوان آسیب "اولیه" و "ثانویه" شناخته شده اند. آسیب اولیه به طناب نخاعی، توسط آسیب‌های مکانیکی مانند کوفتگی، بهم فشردگی و یا پارگی بافت ایجاد می‌شود. آسیب ثانویه بوسیله آسیب اولیه فعال می‌شود و شامل یکسری وقایع سلولی و مولکولی از جمله نفوذپذیری سد خونی- نخاعی (BSB)[2]، ایسکمی، ادم، آپوپتوز، التهاب، از بین رفتن میلین، از بین رفتن آکسون، و تشکیل بافت زخم است. مکانیزم آسیب ثانویه باعث تخریب بیشتر در سراسر بافت نخاعی و منجر به تشکیل یک حفره پر از مایع که از جلو به عقب فراتر از کانون آسیب اولیه است گسترش می-یابد(۱۴).

از طناب نخاعی که درون کانال نخاعی ستون فقرات قرار گرفته تعداد هشت جفت عصب نخاعی گردنی، ۱۲ جفت پشتی، پنج جفت کمری، پنج جفت خاجی یک جفت دنبالچه‌ای از آن خارج می‌شود که به صورت ریشه‌های خلفی (آوران) و شکمی (وابران) شناخته می‌شوند. این طناب نخاعی از بصل النخاع تا مهره L1 یا L2 کشیده شده است. این ۳۱ جفت عصب نخاعی اعماء، احشا و عضلات را عصب‌دهی می‌کند(۱۵).

[1] National Spinal Cord Injury Statistical Center
[2] Blood-Spinal Cord Barrier

آسیب طناب نخاعی بر اساس دو معیار طبقه بندی می‌شود: سطح عصبی و کامل یا ناقص بودن(۱۶). همچنین آسیب طناب نخاعی می‌تواند به آسیب نخاعی ناشی از ضربه و غیر ضربه‌ای تقسیم شود(۱۷). آسیب‌هایی که در سطح پایینی پشت و کمر به دلیل فلج شدن پاها رخ می‌دهد را پاراپلژی[۱] می‌نامند. آسیب‌هایی که در سطح گردن رخ می‌دهند، نه تنها بر پاها و تنه بلکه بر روی بخش‌های از عضلات بازو تاثیر می‌گذارند که در نتیجه تتراپلژی[۲] نامیده می‌شوند(۲). آسیبب طناب نخاعی یکی از ضایعاتی است که باعث ناتوانی،آسیب بافت عصبی و ضایعات حسی و حرکتی می‌شود و همچنین موجب از بین رفتن کنترل سیستم عصبی اتونوم در نواحی پایین از محل ضایعه می‌شود(۱۸). ضایعه نخاعی بسته به شدتی که دارد ممکن است موجب بروزمشکلات در زندگی افراد شود(۱۹). سطح گردنی شایع‌ترین سطحی است که آسیب طناب نخاعی (SCI) در آن رخ می‌دهد. بیش از ۵۵ درصد آسیب‌های طناب نخاعی (SCI) در سطح گردنی و ۴۴/۴ درصد در در هر یک از سطوح پشتی(سینه‌ای)، کمری و خاجی رخ می‌دهد(۱۴).

رشد و حفظ سیستم عصبی نیازمند فعالیت پلی پپتیدهایی است که عامل‌های نوروتروفیک[۳] نامیده می‌شوند. نروتروفین‌ها کنترل تولید، بقاء، تمایز و احیاء نورون‌ها در سیستم عصبی مرکزی و محیطی را بر عهده دارند. خانواده نوروتروفین‌ها شامل شش پروتئین است: فاکتور رشد عصبی (NGF)[۴]، عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز[۵] (BDNF)، نوروتروفین-۳ (NT-3)، نوروتروفین ۵/۴ (NT-4/5) و نوروتروفین-۶ (NT-6)، که علاوه بر عملکرد اصلی آن‌ها برای زنده نگه‌داشتن سلول‌ها، فعالیت‌هایی در سطح بالاتر از قبیل یادگیری، حافظه و رفتار را نیز واسطه‌گری می‌کنند(۲۰-۲۲). نروتروفین‌ها در پاتوفیزیولوژی گروه گسترده‌ای از اختلالات تخریب سلول‌های عصبی و روانی، موثر شناخته شده‌اند. همچنین تغییرات سطح نروتروفین‌ها در اختلالات تخریب سلول‌های عصبی مانند بیماری آلزایمر[۶] و هانتیگتون[۷] و اختلالات روانی شامل افسردگی و سوء مصرف مواد یافت شده است. در نتیجه نروتروفین‌ها به عنوان یک استراتژی درمانی برای اختلالات روانی- عصبی مورد توجه قرار گرفته‌اند. تاثیر نروتروفین‌ها بستگی به دو عامل دارد: سطح و میزان در دسترس بودن آن‌ها و تمایل آن‌ها برای اتصال به گیرنده-های بین غشایی و واکنش‌های آبشاری سیگنالی که پس از اتصال به رسپتور تحریک می‌شود(۲۲, ۲۳).

عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF) یک عامل رشد عصبی از خانوادهٔ پروتئین‌های نروتروفینی است و فراوان‌ترین عامل نروتروفینی در مغز و نخاع است که نقشی تنظیمی در تمایز نورونی، شکل‌پذیری

[1] Paraplegia
[2] Tetraplegia
[3] Neurotrophic factors
[4] Nerve growth factor
[5] Brain-derived neurotrophic factor
[6] Alzheimer's disease
[7] Huntington's disease

سیناپسی، روندهای مرگ سلولی، بقای سلول و محافظت از سلول عصبی را ایفا می‌کند(۲۴, ۲۵). طی مطالعه‌ای که کوته[1] و همکاران (۲۰۱۱) روی موش‌های مبتلا به ضایعه نخاعی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تمرینات ورزشی شامل تمرین روی دوچرخه و نوارگردان، سطح BDNF را در موش‌های مبتلا به ضایعه نخاعی افزایش می‌دهد(۲۶).

در مطالعه‌ای نوفوجی[2] و همکاران (۲۰۱۲) بر روی افراد فعال و غیر فعال، به این نتیجه رسیدند که تمرینات ورزشی حاد با شدت بیشینه و متوسط سطح BDNF سرمی را افزایش می‌دهد ولی هنگام برگشت به حالت اولیه سطح BDNF سرمی در افراد غیرفعال به حالت پایه و در افراد فعال به زیر سطح اولیه رسید(۲۷). مطالعات متعددی وجود دارد که پاسخ BDNF به ورزش استقامتی شدید را مورد بررسی قرار داده‌اند. در اکثر این مطالعات، سطوح BDNF سرم و پلاسما به دنبال ورزش شدید افزایش یافته است(۲۸-۳۰). چان[3] و همکارن (۲۰۰۸) نشان دادند که فعالیت بدنی منظم سطوح استراحتی BDNF سرمی را تحت تاثیر قرار می‌دهد(۳۱).

۱-۲- بیان مساله

روش‌های مختلفی در درمان آسیب‌های نخاعی، اعم از درمان با سلول‌های بنیادی، تمرینات توانبخشی، کار درمانی، تکنیک‌های فیزیوتراپی اعم از تحریک الکتریکی عملکردی (FES)[4] وجود دارد(۳۲-۳۴). حوادث مغزی عروقی و آسیب‌های طناب نخاعی مسیرهای حرکت ارادی را قطع می‌کنند. اگرچه مغز قادر به فعال‌سازی مستقیم عضله نیست، مسیرهای انتهایی به عضله اغلب سالم باقی می‌مانند. بنابراین شاخه‌های عصبی درون عضلانی سالم بوده و برای تحریک با الکترودها قابل دسترس هستند. ممکن است الکترودها درون عضله قرار گیرند، زیر پوست گذاشته شوند یا برای تحریک ریشه‌های عصبی کاشته شوند. پیشرفت‌های تکنولوژیکی از آغاز ۱۹۶۰ منجر به پیدایش زمینه‌ای جدید در درمان و بازتوانی گردید که FES نامیده شد(۳۵).

سال‌ها است که فیزیوتراپ‌ها برای کند کردن آتروفی عضلاتی که نورون‌های آن‌ها آسیب دیده و همچنین حفظ یا بهبود قدرت در عضلاتی که پس از جراحی بی‌تحرک شده‌اند، از تحریک الکتریکی استفاده می‌کنند(۳۵, ۳۶). از تحریک الکتریکی می‌توان برای مقاصد مانند: فعال‌سازی عضلات فلج شده در اثر ضربه یا آسیب نخاع، فعال‌سازی عضلات دیافراگم و شکمی جهت بهبود حجم جاری در افراد مبتلا به نارسایی تنفسی، جلوگیری از توسعه ناهنجاری‌های اسکلت بدن نظیر اسکولیوز[5] مرضی، با استفاده از گروه‌های عضلانی مناسب برای ایجاد

[1] Côté
[2] Nofuji
[3] Chan
[4] Functional Electrical Stimulation
[5] scoliosis

نیروهای اصلاحی، به منظور استفاده از عضله اسکلتی برای ایجاد اسفنکتر مصنوعی[1] در بیماران مبتلا به بی-اختیاری ادراری یا فراهم آوردن مدیریت بهتر دفع و افزایش عملکرد قلبی در برخی از نارسایی‌های قلبی استفاده نمود.

تحریک الکتریکی مستقیم عضله در اثر تحریک اعصاب محیطی زیرجلدی به انقباض عضلانی منجر می-گردد. انقباض یا به طور مستقیم (از طریق دپلاریزاسیون نرون‌های حرکتی) یا به طور غیرمستقیم (از طریق دپلاریزاسیون آوران‌های حسی) ایجاد می‌شود. تحریک الکتریکی موجب راه‌اندازی واحدهای حرکتی می‌شود که فرآیند متفاوتی از انقباض ارادی دارد. راه‌اندازی واحدهای حرکتی در اثر تحریک الکتریکی متفاوت از راه‌اندازی ارادی آن است (متضاد اصل اندازه هنمان[2]). عقیده بر این است که راه‌اندازی واحد حرکتی در اثر تحریک الکتریکی انتخابی نبوده و هم‌زمان رخ می‌دهد. این پدیده در انقباض ارادی متفاوت است. به نظر می‌رسد الگوی راه‌اندازی واحدهای حرکتی به موقعیت، سطح و نوع الکترودها و عضله تحریک شده وابسته باشد. ممکن است این الگوی غیرفیزیولوژیکی (به دلیل هم‌زمانی بکارگیری واحدهای حرکتی) تا اندازه‌ای بیانگر خستگی موضعی بر اثر تحریک الکتریکی باشد(۳۷). تحریک الکتریکی[3] (EMS) و انقباض ارادی[4] (VC) حالت‌های متفاوتی از فعال‌سازی عضلانی هستند و آثار فیزیولوژیکی متفاوتی بر سیستم عصبی عضلانی دارند(۳۸).

تحقیقات نشان داده‌اند که تمرین با تحریک الکتریکی عضله برای افزایش قدرت عضلانی، توان، استقامت عضلانی و کاهش آتروفی عضله کاربرد دارد. با وجود مزایای این روش، مشخص شده است که تحریک الکتریکی عضله با این روش موجب ایجاد درد می‌شود که انجام کار را مشکل می‌سازد. همچنین، این روش منجر به کوفتگی عضلانی تاخیری می‌گردد. با این حال، مطالعات اندکی به بررسی کوفتگی عضلانی تاخیری و برگشت به حالت اولیه عملکرد عضله پس از انقباض‌های ایزومتریک بر اثر تحریک الکتریکی پرداخته‌اند(۳۹). بدنبال این گونه تحریکات، آسیب‌هایی نیز دیده شده است. مک‌کی و همکاران[5](۲۰۱۰) شواهد بافت‌شناسی آسیب عضلانی نظیر نفوذ ماکروفاژها و پارگی خط Z پس از ۱۸۰ انقباض ایزومتریک عضله دوقلو (بر اثر تحریک الکتریکی) را مشاهده نمودند. این تمرین با افزایش فعالیت کراتین کیناز (CK) و کوفتگی عضلانی نیز همراه بود. با این حال چنین تغییراتی پس از انقباض‌های ارادی وجود نداشت(۳۹).

افراد با ضایعه نخاعی ناقص[6] (iSCI) نیازمند برنامه‌های تمرین توانبخشی طولانی مدت و پر هزینه می-باشند. بدنبال مشکلات برنامه تمرینی راه رفتن سنتی، تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن[1] (BWSTT) ایجاد

[1] Artificial Sphincter
[2] Hennemann's size principle
[3] Electrical muscle stimulation (EMS)
[4] voluntary contraction (VC)
[5] Mackey
[6] Incomplete Spinal Cord Injury

گردید. این نوع تمرین اجازه تمرین تکراری راه رفتن/ قدم زدن در یک محیط کنترل شده را می‌دهد بطوریکه قسمتی از وزن حمایت شده و درون دادهای حسی که پارامترهای طبیعی راه رفتن را تسهیل می‌کنند فراهم می-شوند(۱۶).

تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن (BWSTT) ابتدا برای بیماران با سکته مغزی و سپس برای افراد آسیب نخاعی استفاده شد. اما امروزه به طور گسترده برای توانبخشی و بهبود حس و حرکت در بسیاری از بیماری‌های عصبی و ارتوپدیک استفاده می‌شود.(۴۰). تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن (BWSTT) باعث فعال‌سازی سیستم عصبی عضلانی در زیر سطح آسیب می‌شود و به ذخیره مهارت‌های حرکتی منجر می‌گردد. تحقیقات نقش نخاع را در کنترل حرکت بررسی کردند و نشان دادند که گربه‌هایی که با قطع نخاع از ناحیه پشتی بودند توانستند تحرک خود را بدنبال تمرین شدید راه رفتن دوباره بدست آورند، بطوریکه منجر به بهبود پارامترهای راه رفتن مثل سرعت و کیفیت راه رفتن گردید(۴۰).

تمرین روی نوارگردان با حمایت وزن (BWSTT) نسبت به تمرینات رایج برای بهبود عملکرد در بیماری-های سکته مغزی، فلج مغزی (CP) و پارکینسون در اولویت می‌باشد، بعلاوه از نوع شیوه تمرین جهت بهبود عملکرد در افراد مسن نیز استفاده می‌شود.(۴۱-۵۰)

اساس تئوریکی ایجاد BWSTT ناشی از مطالعه بر روی گربه‌های قطع نخاعی که از طریق تمرین راه رفتن انجام شده بود(۱۶). نتایج این مطالعات نشان داد که تولید کننده الگوی مرکزی (CPGs)[۲] که مسئول تولید الگوهای چرخه‌ای در سیستم مرکزی این حیوانات هستند شروع به فعال شدن می‌کنند(۱۶, ۵۱, ۵۲). چرخه‌های عصبی شبکه ای از اینترنرون‌ها[۳] در درون نخاع که با اطلاعات حسی ویژه تعامل دارند مسئول حرکت در حیوانات پیشرفته‌تر می‌باشند(۵۱). فعال سازی عضلات پا در طول جابجایی بوسیله GCPs ایجاد می‌گردد. جهت کنترل حرکت، اطلاعات آوران از منابع مختلف چون دستگاه بصری، دستگاه دهلیزی گوش داخلی و گیرنده‌های عمقی بوسیله GCPs استفاده می‌گردد(۵۱, ۵۳).

۱-۳- ضرورت و اهمیت تحقیق

به نظر می‌رسد که تمرین BWSTT که از بهترین نوع تمرین در توانبحشی افراد ضایعه نخاعی می‌باشد می‌تواند نسبت به دیگر مداخلات ورزشی و درمانی موثرتر باشد. بسیاری از درمان‌های متداول مثل FES همراه با دردهای غیر قابل تحمل و آزاردهنده می‌باشند که ممکن است مانعی در جهت توانبخشی این افراد باشد(۵۴, ۵۵).

---

[1] Body Weight Treadmill Support Training
[2] Central Pattern Generators
[3] Interneurons