دانشکده ادبیات و علوم انسانی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی گرایش فیزیولوژی ورزشی

تأثیر هشت هفته تمرینات مقاومتی همراه مصرف مکمل بتاهیدروکسی بتا متیل بوتیرات بر عوامل رشدی پلاسما و ترکیب بدن مردان غیرورزشکار

استاد راهنما
دکتر محمد فرامرزی

استاد مشاور
دکتر اکبر اعظمیان جزی

پژوهشگر
حمیدرضا قاسم پور

مهر ماه ۱۳۹۰

دانشکده ادبیات و علوم انسانی
گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

پایان نامه آقای حمیدرضا قاسم پور جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزشی با عنوان: « **تأثیر هشت هفته تمرینات مقاومتی همراه مصرف مکمل بتاهیدروکسی بتا متیل بوتیرات بر عوامل رشدی پلاسما و ترکیب بدن مردان غیرورزشکار** »

درتاریخ ۹۰/۷/۲۰ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱/ ۱۹مورد تصویب قرار گرفت.

۱. استاد راهنمای پایان نامه دکترمحمد فرامرزی با مرتبه علمی استادیار امضاء

۲. استاد مشاور پایان نامه دکتراکبر اعظمیان جزی با مرتبه علمی استادیار امضاء

۳. استاد داور پایان نامه دکتر بهنام قاسمی با مرتبه علمی استادیار امضاء

۴. استاد داور پایان نامه دکترمهدی کارگر فرد با مرتبه علمی دانشیار امضاء

دکترجهانگیر صفری
معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده ادبیات و علوم انسانی

کلیه حقوق مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تاثیر ۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل بتا- هیدروکسی بتا- متیل بوتیرات (HMB) بر عوامل رشدی پلاسما، ترکیب بدنی و قدرت عضلانی مردان غیر ورزشکار

هدف این تحقیق بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل بتا- هیدروکسی بتا- متیل بوتیرات (HMB) بر عوامل رشدی پلاسما، قدرت عضلانی و ترکیب بدنی مردان غیر ورزشکار بود.

روش تحقیق : ۱۸ دانشجوی پسر غیر ورزشکار (سن: ۳±۲۱ سال ، وزن :۱۲± ۶۹ کیلوگرم، قد: ۵±۱۷۵ سانتی متر و شاخص توده بدنی (BMI): ۴± ۲۲ کیلوگرم بر متر مربع) به عنوان آزمودنی انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۰نفر) ومصرف مکمل HMB (۸ نفر) (که روزانه ۳ گرم HMB مصرف می کردند) تقسیم شدند. آزمودنی ها ۸ هفته تمرین مقاومتی را به صورت ۳ جلسه در هفته ، هر جلسه شامل ۵ حرکت بالاتنه یا ۵ حرکت پایین تنه اجرا کردند. هر حرکت در ۳ شدت مختلف (۵۰ درصد یک تکرار بیشینه (۱۰ تکرار) ، ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه (۶ تکرار) و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه (۳ تکرار)) اجرا شد. تعداد ست ها به عنوان اضافه بار، از ۳ ست (یک ست برای هر کدام از درصد های یک تکرار بیشینه) برای هر حرکت در جلسه اول به تدریج تا ۹ ست برای هر حرکت در جلسات آخر افزایش یافت . از آزمودنی ها یک روز قبل و ۲ روز بعد از برنامه تمرینی نمونه خون در حالت استراحتی گرفته شد. نمونه های خون قبل و بعد از ۸ هفته تمرینات مقاومتی برای اندازه گیری هورمون تستوسترون، کورتیزول، هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولینی یک با روش ELISA در آزمایشگاه تجزیه و تحلیل شد. ترکیب بدنی و وزن آزمودنی ها با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیب بدن (In Body 2.0) و قدرت بالا تنه و پایین تنه به ترتیب با آزمون پرس سینه و اسکات پا اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون کواریانس انجام گرفت.

نتایج : نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گروه مکمل افزایش معناداری($p\leq ۰/۰۵$) در توده خالص بدنی و قدرت بالاتنه داشته است. مکمل HMB تاثیر معناداری بر غلظت هورمون تستوسترون، کورتیزول، هورمون رشد، عامل رشد شبه انسولینی یک و نسبت تستوسترون به کورتیزول نداشت.

نتیجه گیری : به طور کلی به نظر می رسد که مصرف مکمل HMB باعث افزایش توده خالص بدنی و قدرت بالاتنه در افراد غیرورزشکار می شود. همچنین ، مصرف مکمل HMB تاثیر معنی داری بر غلظت هورمون های تستوسترون، کورتیزول، هورمون رشد، عامل رشد شبه انسولینی یک و نسبت تستوسترون به کورتیزول ندارد .

واژه های کلیدی : HMB، تمرین مقاومتی ، تستوسترون ، کورتیزول، هورمون رشد ، عامل رشد شبه انسولینی یک

فهرست مطالب

عنوان **شماره صفحه**

فصل اول – بیان و ضرورت تحقیق ۱
۱-۱ مقدمه ۱
۱-۲ بیان مسأله ۲
۱-۳ ضرورت و اهمیت تحقیق ۶
۱-۴ اهداف تحقیق ۸
۱-۴-۱ هدف کلی ۸
۱-۴-۲ اهداف اختصاصی ۸
۱-۵ فرضیه های تحقیق ۸
۱-۶ پیش فرض های تحقیق ۹
۱-۷ محدودیت های تحقیق ۹
۱-۷-۱ محدودیت های اجتناب ناپذیر ۹
۱-۷-۲ محدودیت های در اختیار محقق ۹
۱-۸ تعریف واژه ها و اصطلاحات تحقیق ۹
۱-۸-۱ تعاریف نظری ۹
۱-۸-۲ تعاریف عملیاتی ۱۰
فصل دوم - مبانی نظری و پیشینه تحقیق ۱۲
۲-۱ مبانی نظری پژوهش ۱۲
۲-۱-۱ بتاهیدروکسی بتا متیل بوتیرات (HMB) ۱۲
۲-۱-۲ تولید درون زا ۱۲
۲-۱-۳ سرنوشت ۱۴
۲-۱-۴ منابع غذایی و مکملی ۱۴
۲-۱-۵ سازوکارهای عمل پیشنهاد شده برای HMB ۱۵
۲-۱-۵-۱ فرضیه سنتز کلسترول (CSH) ۱۵
۲-۱-۵-۲ بر هم کنش احتمالی HMB و مسیر پروتئازی وابسته به یوبیکیتون – پروتئازم ۱۶
۲-۱-۶ کاربرد ساز و کارهای HMB در شاخص های عملکردی و توده خالص ۱۸
۲-۱-۷ افزایش قدرت و توده عضلانی ۱۸
۲-۱-۸ تاثیر جنسیت و وضعیت تمرینی ۱۹
۲-۱-۹ فواید برای افراد مسن ۱۹
۲-۱-۱۰ HMB در مقایسه با سایر مکمل های غذایی ۲۰
۲-۱-۱۱ ترکیب HMB و کراتین ۲۰
۲-۱-۱۲ استقامت ۲۰

عنوان **شماره صفحه**

۲-۱-۱۳ آسیب عضلانی ۲۱
۲-۱-۱۴ جبران کاهش توده عضلانی ناخواسته (بدون تمرین) ۲۲
۲-۱-۱۵ بهبود زخم ۲۲
۲-۱-۱۶ بی خطر بودن و فواید مکمل HMB برای سلامت ۲۲
۲-۱-۱۷ آثار زیان بار ۲۳
۲-۱-۱۸ عوامل بیوشیمایی خون ۲۳
۲-۱-۱۹ لیپید های خون ۲۳
۲-۱-۲۰ فشار خون ۲۴
۲-۱-۲۱ نیمرخ هیجانی ۲۴
۲-۱-۲۲ بی خطر بودن مقادیر بالاتر ۲۴
۲-۱-۲۳ مقدار بهینه در مکمل سازی HMB ۲۵
۲-۱-۲۴ دوره نهفتگی در به حداکثر رسیدن غلظت HMB خون پس از خوردن ۲۵
۲-۱-۲۵ توصیه ها ۲۶
۲-۱-۲۵-۱ ورزشکاران کاملا ورزیده ۲۶
۲-۱-۲۵-۲ ورزشکارن تفریحی و طرفداران آمادگی جسمانی ۲۶
۲-۱-۲۶ هورمون تستوسترون ۲۶
۲-۱-۲۷ هورمون رشد ۲۸
۲-۱-۲۸ هورمون کورتیزول ۳۳
۲-۱-۲۹ توصیه های دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا در مورد تمرینات مقاومتی ۳۶
۲-۲ ادبیات و پیشینه تحقیق ۳۸
۲-۲-۱ مطالعاتی که از کارآمدی مکمل HMB حمایت کرده اند ۳۸
۲-۲-۱-۱ افراد غیرورزشکار ۳۸
۲-۲-۱-۲ ورزشکاران ورزیده ۳۹
۲-۲-۱-۳ افراد سالمند ۴۰
۲-۲-۱-۴ کاتابولیسم عضلانی شدید ۴۱
۲-۲-۱-۵ مطالعات دیگری که از کارایی مکمل HMB حمایت می کنند ۴۲
۲-۲-۲ مطالعاتی که از کارایی مکمل HMB حمایت نمی کنند ۴۲
۲-۲-۳ توضیحات احتمالی برای نتایج متناقض ۴۴
۲-۲-۴ تاثیر HMB در ورزشکاران ورزیده ۴۵
۲-۲-۵ سه توضیح احتمالی برای تناقض موجود در تحقیقات روی افراد ورزیده ۴۵
۲-۲-۶ پاسخ تستوسترون به تمرین مقاومتی ۴۷
۲-۲-۶-۱پاسخ درازمدت ۴۷
۲-۲-۶-۲ پاسخ کوتاه مدت ۴۷

عنوان **شماره صفحه**

۲-۲-۷ پاسخ هورمون رشد به تمرین مقاومتی ۴۸
۲-۲-۷-۱ پاسخ درازمدت ۴۸
۲-۲-۷-۲ پاسخ کوتاه مدت ۴۹
۲-۲-۸ پاسخ عامل رشد شبه انسولینی یک به تمرین مقاومتی ۵۰
۲-۲-۸-۱ پاسخ درازمدت ۵۰
۲-۲-۸-۲ پاسخ کوتاه مدت ۵۱
۲-۲-۹ پاسخ کورتیزول به تمرین مقاومتی ۵۱
۲-۲-۹-۱ پاسخ درازمدت ۵۱
۲-۲-۹-۲ پاسخ کوتاه مدت ۵۲
۲-۲-۱۰ پاسخ نسبت تستوسترون به کورتیزول به تمرین مقاومتی ۵۲
۲-۲-۱۱ خلاصه نتایج تحقیقات گذشته ۵۲
فصل سوم – مواد و روش کار ۵۶
۳-۱ مقدمه ۵۶
۳-۲ جامعه و نمونه آماری ۵۶
۳-۳ متغیر های تحقیق ۵۷
۳-۳-۱ متغیر های مستقل ۵۷
۳-۳-۲ متغیرهای وابسته ۵۷
۳-۴ روش جمع آوری اطلاعات ۵۷
۳-۴-۱ اندازه گیری مشخصات بدنی آزمودنی ها ۵۷
۳-۴-۱-۱ قد ۵۷
۳-۴-۱-۲ وزن ۵۷
۳-۴-۱-۳ اندازه گیری شاخص توده بدنی(BMI) ، درصد چربی ، وزن چربی ، کل آب بدن ، پروتئین بدن ، مواد معدنی و توده عضلات اسکلتی ۵۷
۳-۴- ۲ اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی ۵۷
۳-۵ شیوه اجرای برنامه تمرین مقاومتی طی ۸ هفته ۵۸
۳-۶ اندازه گیری متغیر های بیوشیمیایی ۵۹
۳-۶-۱ ابزارها و روش اندازه گیری ۵۹
۳-۶-۲-۱ اندازه گیری هورمون کورتیزول ۵۹
۳-۶-۲-۲ اندازه گیری هورمون تستوسترون ۶۰
۳-۶-۲-۳ اندازه گیری هورمون رشد ۶۰

عنوان **شماره صفحه**

۳-۶-۲-۴ اندازه گیری عامل رشدی شبه انسولینی یک ۶۱
۳- ۷ برنامه مکمل دهی ۶۱
۳- ۸ روش آماری ۶۱
فصل چهارم – نتایج ۶۲
۴-۱ مقدمه ۶۲
۴-۲ آزمون طبیعی بودن داده‌ها ۶۳
۴-۳ یافته‌های مربوط به توده خالص بدنی ، چربی بدن، هورمون تستوسترون ، کورتیزول ، هورمون رشد ، عامل رشدی شبه انسولینی یک ، قدرت بالا تنه و پایین تنه بر اساس اهداف و فرضیه‌های تحقیق ۶۴
۴-۳-۱ مقایسه ی بین گروهی توده خالص بدنی بعد از تمرین در گروه تجربی و کنترل ۶۴
۴-۳-۲ مقایسه ی بین گروهی توده چربی بدن بعد از تمرین در گروه تجربی و کنترل ۶۵
۴-۳-۳ مقایسه ی بین گروهی تستوسترون سرم بعد از تمرین در گروه تجربی و کنترل ۶۶
۴-۳-۴ مقایسه ی بین گروهی کورتیزول سرم بعد از تمرین در گروه تجربی و کنترل ۶۷
۴-۳-۵ مقایسه ی بین گروهی هورمون رشد سرم بعد از تمرین در گروه تجربی و کنترل ۶۸
۴-۳-۶ مقایسه ی بین گروهی عامل رشد شبه انسولینی یک بعد از تمرین ۶۹
۴-۳-۷ مقایسه ی بین گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول بعد از تمرین ۷۰
۴-۳-۸ مقایسه ی بین گروهی قدرت بالاتنه بعد از تمرین در گروه تجربی و کنترل ۷۱
۴-۳-۹ مقایسه ی بین گروهی قدرت پایین تنه بعد از تمرین در گروه تجربی و کنترل ۷۲
فصل پنجم – بحث و نتیجه گیری ۷۳
۵- ۱ مقدمه ۷۳
۵-۲ خلاصه تحقیق ۷۳
۵-۳ یافته های تحقیق ۷۴
۵-۴ بحث و بررسی ۷۵
۵-۴-۱ تغییرات وزن توده خالص ، توده چربی بدنی و قدرت اندام فوقانی و تحتانی ۷۵
۵- ۴-۲ تغییرات هورمون تستوسترون ۷۹
۵- ۴-۳ تغییرات هورمون کورتیزول ۸۱
۵-۴-۴ تغییرات نسبت تستوسترون به کورتیزول ۸۲
۵- ۴-۵ تغییرات هورمون رشد ۸۳
۵-۴-۶ تغییرات عامل رشد شبه انسولینی یک ۸۴
۵-۵ بحث و نتیجه گیری ۸۶
۵- ۶ پیشنهادات ۸۶

عنوان **شماره صفحه**

۵- ۶-۱ پیشنهادهای کاربردی حاصل از تحقیق ۸۶
۵- ۶-۲ پیشنهادهای پژوهشی ۸۷
منابع ۸۸

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱ متابولیسم لوسین و HMB **۱۳**
شکل ۲-۲ ساز و کارهای آثار آنابولیک و ضد کاتابولیک HMB ۱۷
نمودار۴-۲ مقایسه بین گروهی توده خالص بدنی قبل و بعد از مصرف مکمل ۶۵
نمودار۴-۳ مقایسه بین گروهی توده چربی بدن قبل و بعد از مصرف مکمل ۶۶
نمودار۴-۴ مقایسه بین گروهی تستوسترون سرم قبل و بعد از مصرف مکمل **۶۷**
نمودار ۴-۵ مقایسه بین گروهی کورتیزول سرم قبل و بعد از مصرف مکمل ۶۸
نمودار۴-۶ مقایسه بین گروهی غلظت هورمون رشد قبل و بعد از تمرین ۶۹
نمودار۴-۷ مقایسه بین گروهی غلظت عامل رشد شبه انسولینی یک قبل و بعد از تمرین ۷۰
نمودار۴-۸ مقایسه بین گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول قبل و بعد از مصرف مکمل **۷۱**
نمودار۴-۹ مقایسه بین گروهی قدرت بالا تنه قبل و بعد از مصرف مکمل **۷۲**
نمودار۴-۱۰ مقایسه بین گروهی قدرت پایین تنه قبل و بعد از مصرف مکمل در آزمودنی‌ها **۷۳**

فهرست جداول

جدول۲-۱ خلاصه نتایج تحقیقات گذشته ۵۲
جدول۳-۱ برنامه تمرین ۸ هفته ای ۵۸
جدول ۴-۱ نتایج آزمون کلموگروف- اسمیرنف در متغیر های مورد بررسی **۶۳**
جدول۴-۲ مقایسه بین گروهی توده خالص بدنی بعد از مصرف مکمل ۷۹
جدول۴-۳ مقایسه بین گروهی توده چربی بدن بعد از تمرین ۸۰
جدول۴-۴ مقایسه بین گروهی غلظت تستوسترون خون بعد از مصرف مکمل ۸۱
جدول۴-۵ مقایسه بین گروهی غلظت کورتیزول بعد از مصرف مکمل ۸۳
جدول۴-۶ مقایسه بین گروهی غلظت هورمون رشد بعد از تمرین ۸۴
جدول۴-۷ مقایسه بین گروهی غلظت عامل رشد شبه انسولینی یک بعد از مصرف مکمل ۸۵
جدول۴-۸ مقایسه بین گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول بعد از مصرف مکمل ۸۷
جدول۴-۹ مقایسه بین گروهی قدرت بالاتنه بعد از مصرف مکمل ۸۸
جدول۴-۱۰ مقایسه بین گروهی قدرت پایین تنه بعد از مصرف مکمل ۹۰

فصل اول

بیان و ضرورت تحقیق

۱-۱مقدمه

دنیای ورزش روز به روز پیشرفته تر و فاصله بین رکورد های قهرمانان دائما رو به کاهش است. ورزشکاران و مربی ها ساعت ها و روزهای زیادی را صرف تمرین و بهبود عملکرد و استفاده از روش های کارآمدتر تمرین می کنند. از طرفی نیز بحث تغذیه به عنوان عامل بسیار کلیدی در افزایش و ارتقاء سطح عملکرد ورزشکاران روز به روز داغ تر می شود . در این میان وظیفه محققان ورزشی است که سعی در پیدا کردن راه های بهتر و بهینه تری برای تمرین ، تغذیه و سایر جنبه های ورزش نمایند.

راه های زیادی وجود دارد که ورزشکاران قدرتی- توانی می توانند عملکرد خود را بهبود بخشند . روش اولیه بهبود عملکرد از طریق ارتقاء مهارت های مرتبط با ورزشهایشان است. دومین راه افزایش توده عضلانی ، توان عضلانی و زمان عکس العمل است که همگی با بهبود عملکرد تمرینی ارتباط دارند. مکمل های ورزشی زیادی با این ادعا که قدرت و توان عضلانی و ترکیب بدن را بهبود می بخشند به ورزشکاران فروخته می شوند[۱].

از لحاظ کمی، ورزشکاران استقامتی مکمل های نیروزای بیشتری مصرف می کنند . از طرف دیگر، فروش مکمل هایی که برای عضله سازی و از دست دادن چربی بدن ساخته شده اند نیز افزایش یافته است. تفکیک مکمل های چربی سوز و مکمل های ورزشی چنان دشوار شده است که تولید کنندگان آن ها را در یک گروه قرار داده اند. بسیاری از افراد به جای شرکت در ورزش های خاص ، برای سلامتی و کاهش وزن ورزش می کنند و تقریبا همه خواهان بدنی کم چرب هستند. علاوه بر این گروهی از مکمل های ورزشی وجود دارند که با هدف آنابولیسم ساخته شده اند و بیشترین تناقضات در مورد تاثیر مکمل ها، مربوط به این گروه است [۲]. تحقیقات علمی جهت اثبات کارایی مکمل های تغذیه ای نیروزا رو به افزایش است به گونه ای که مطالعات فراوان انسانی روی کراتین،

اثر بخشی این مکمل در فعالیت های بی هوازی کوتاه مدت و تکراری و افزایش وزن بدن را به اثبات رسانیده است [۲].

بسیاری از شرکت ها از موادی استفاده می کنند که بر متابولیسم گلوکز و انسولین با هدف تغذیه عضلات تاثیر می گذارند. ترکیبات این مکمل ها آثاری متفاوت از مقلدهای استروئیدهای آنابولیک ایجاد می کنند. بحث همیشگی در مورد کمک های نیروزا تعداد و گستره ی تحقیقات در مورد کارایی و بی خطر بودن آن هاست. علیرغم تناقض های موجود، فروش مکمل های تغذیه ای نیروزا رو به افزایش است. نوشیدنی های ورزشی ، شکلات های انرژی زا و جایگزین های وعده غذایی[1]/ اسنک ها به منظور تنظیم انرژی دریافتی رواج پیدا کرده اند و کارایی آنها با شواهد زیاد به اثبات رسیده است [۲].

بر عکس ، استفاده از مداخله های پزشکی (دوپینگ خون)، تجویز داروها (مهار کننده های بتا ، آنتی هیستامینها) و داروهای غیر مجاز (آنابولیک استروئید و....) از سوی ورزشکاران چندان مورد قبول نیست زیرا می تواند به آسیب های جبران ناپذیر منجر شود و خطر مرگ را تا حدی افزایش دهد [۳] .

از میان مکمل های ورزشی مختلف مکمل بتاهیدروکسی بتا متیل بوتیرات[2] (HMB) یک مکمل نسبتا جدید است که هنوز مطالعات علمی به قطعیتی در مورد اثر بخشی آن نرسیده اند . بطوریکه بیشتر مطالعات روی افراد غیرورزشکار حاکی از تاثیر مثبت این مکمل روی ترکیب بدن و قدرت عضلانی و هایپرتروفی است و از طرف مقابل بیشتر مطالعات روی افراد ورزیده نشانگر بی تاثیر بودن این مکمل در افزایش قدرت یا حجم عضلانی است. ساز وکار تاثیر این مکمل نیز همچنان در پرده ابهام قرار دارد و تنها فرضیه هایی مانند فرضیه سنتز کلسترول در مورد نحوه عمل آن وجود دارد و به بررسی بیشتر در این زمینه نیاز است[۴].

۱-۲بیان مسأله

مکمل های ورزشی در دهه ی اخیر بیش از هر زمانی توجه همگان را به خود جلب کرده اند . مطالعات علمی بیشتر، مصرف بیشتر ، تناقضات بیشتر، تمرکز بیشتر رسانه ها و تحقیقات عمومی آگاهی در مورد مکمل های ورزشی را افزایش داده است اما این امر به معنای درک دقیق و علمی در مورد مکمل های ورزشی نیست[۲].

از اوایل سال ۱۹۶۰ لوسین و آلفاکتوایزوکاپروئات[3] (KIC) موضوع تحقیق در رابطه با تنظیم سنتز و تجزیه پروتئین عضله شدند. در اوایل سال ۱۹۹۰ نشان داده شد بتا- هیدروکسی بتا- متیل بوتیرات(HMB) که متابولیتی مشتق از لوسین است اثر مثبتی بر پروتئین عضله دارد و پذیرفته شد که مسئول تاثیر لوسین بر متابولیسم عضلانی می باشد. HMB از اوایل اکتشاف به عنوان یک مکمل نیروزا در انسان ها بویژه هنگام تمرین بطور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفت. [۲] .

1 . meal replacements
2. β-Hydroxy β-Mehylbutyrate
3 . α-ketoisocaproate

با استفاده از مطالعات بازگردش لوسین در خوک ها تخمین زده می شود که تولید درون زای HMB در یک مرد ۷۰ کیلوگرمی معادل ۰/۲ تا ۰/۴گرم در روز باشد که به مقدار لوسین دریافتی بستگی دارد. سطوح پلاسمایی HMB به دنبال مصرف ۱ گرم HMB تا تقریبا ۱۱۵ نانو مول افزایش می یابد ولی ۱۲ ساعت بعد به نزدیک سطح پایه می رسد که نشان دهنده متابولیسم سریع آن می باشد [۲].

HMB یکی از مکمل های متداول در تمرینات مقاومتی است که ادعاشده است مصرف این مکمل درکنار تمرینات ورزشی بویژه تمرینات مقاومتی سبب کاهش آسیب های عضلانی ناشی از تمرین [۸، ۵،۶،۷] و میزان چربی بدن [۷،۹]، افزایش سنتز پروتئین [۸] و بهبود بازگشت به حالت اولیه [۱۰] می شود، با این حال نتایج مطالعات گوناگون با هم متفاوت است. رولند و تامسون[1] (۲۰۰۹) در یک مطالعه فراتحلیل و پس از بررسی نتایج حاصل از مطالعات مختلف دریافتند، مکمل HMB سبب افزایش قدرت و توده عضلانی افراد غیر ورزشکار می گردد که این افزایش قدرت در عضلات اندام پایینی مشهودتر از اندام بالایی است، اما در افرادی که تجربه تمرین مقاومتی دارند تاثیری بر قدرت مشاهده نشده است که علت احتمالی آن را کاهش تخریب بافتی و بازگردش پروتئینی ناشی از سازگاری با تمرین مقاومتی بیان کرده اند[۱۰]. با این حال، به دلیل وجود نتایج متناقض درتحقیقات مختلف، سازوکار دقیق نحوه تاثیرHMB هنوز ناشناخته مانده است و رولند و تامسون(۲۰۰۹) لزوم بررسی دقیق و متفاوت علل احتمالی تاثیر این مکمل در افراد غیر ورزشکار را در انتهای بررسی خود بیان کرده اند [۱۰]. از طرف دیگر نشان داده شده است که تمرینات قدرتی متناسب با شدت و حجم تمرین اعمال شده سبب افزایش کوتاه مدت در ترشح هورمون تستوسترون [۱۱،۱۲،۱۳] ،هورمون رشد [۱۲]، عامل رشد شبه انسولینی یک (IGF-I)[2] [۱۴،۱۵] و کورتیزول [۱۶] می شود. با این حال، برخی مطالعات تغییر بسیار ناچیزی درسطوح استراحتی تستوسترون[۱۷،۱۸]، برخی افزایش [۱۹،۲۰،۲۱،۲۲] و برخی عدم تغییر سطوح استراحتی آن را [۱۷،۲۳،۲۴،۲۵] در دوره های بلند مدت تمرینات مقاومتی نشان داده اند. در بعضی موارد افزایش غلظت IGF-I پس از چند هفته تمرین مقاومتی گزارش شده است[۲۱،۲۶،۲۷]. IGF-I توسط کبد و سلول های عضله تولید شده ، سبب افزایش برداشت گلوکز، اسید های آمینه ، سنتزپروتئین ، تحریک تکثیر و تمایز میوبلاست و مهار پروتئولیز در تارهای عضلانی می گردد [۲۸،۲۹،۳۰،۳۱،۳۲،۳۳]. هورمون رشد قادر به افزایش برداشت آمینواسیدها و سنتز پروتئین در سلول ها می باشد [۱۶،۳۴]. بعضی آثار هورمون رشد از طریق رهایش عوامل رشد شبه انسولینی اعمال می شود[۱۶،۲۹،۳۰،۳۴]. تستوسترون تاثیری آنابولیک داشته [۳۵،۳۶]، با تبدیل شدن به استرادیول ترشح هورمون رشد و IFG-I را افزایش داده[۳۷،۳۸،۳۹] و با مهار اثرکورتیزول از تجزیه پروتئین ها جلوگیری می کند[۳۶]. هورمون کورتیزول به عنوان یک هورمون کاتابولیک موجب افزایش تجزیه پروتئین های عضله بویژه تارهای نوع دوم[۴۰]، کاهش سنتز پروتئین[۳۶] وجلوگیری ازبازسازی ذخایرگلیکوژن آن می شود[۴۱].

1 . Rowland and Thomson
2 . insulin like growth factor I

کریدر[1] و همکاران (۱۹۹۹) روی ۴۰ ورزشکار قدرتی ورزیده (متوسط سابقه تمرین ۵ سال) که بطور متوسط ۷ ساعت در هفته تمرین می کردند به مدت ۲۸ روز با دوز ۰ ، ۳ یا ۶ گرم در روز تحقیق کردند. شرکت کنندگان نظارت نمی شدند اما از آن ها خواسته شده بود که حجم تمرین معمولی خود را در طول دوره تحقیق ثابت نگه دارند. نتایج کاهش معناداری در شاخص های آسیب عضلانی ، توده چربی یا افزایش معناداری در LBM یا عملکرد یک تکرار بیشینه نشان نداد (در هیچ یک از دو گروه مکمل و دارونما)[۴۲].

اسلتر[2] و همکاران (۲۰۰۱) مطالعه ای روی مردان ورزیده قدرتی (متوسط سابقه تمرین ۲ سال) که ۳ گرم HMB یا دارونما به مدت ۶ هفته در شرایطی که ۲-۳ جلسه در هفته حرکات ترکیبی (مانند پرس پا ، بارفیکس[3] ، پرس سینه) با تعداد کل دوره ۲۴ تا ۳۲ دوره و شدت تمرین ۴ تا ۶ تکرار، انجام دادند. مداخله تمرینی توده خالص بدنی و کل قدرت را افزایش داد . مکمل HMB تاثیری بر قدرت ، LBM یا شاخص های آسیب عضله نداشت[۴۳].

مطالعه ای روی ورزشکاران ورزیده قدرتی افزایش معناداری در قدرت به دنبال ۹ هفته مکمل سازی HMB نشان داد ولی ترکیب بدنی تغییر معناداری نکرد[۵۸] .

نیسن[4] و همکاران(۱۹۹۶) تاثیر مکمل HMB بر ترکیب بدن در مردان ورزیده و غیرورزشکار را که در تمرین مقاومتی سنگین شرکت داشتند بررسی کردند. مکمل HMB صرف نظر از وضعیت تمرینی موجب افزایش بیشتر در LBM و کاهش بیشتر در توده چربی بدن شد. علاوه بر این در حرکت پرس سینه نیز افزایشی به میزان ۵۵ درصد بیشتر مشاهده شد[۴۴].

پانتون[5] وهمکاران (۱۹۹۸) آثار HMB بر قدرت عضلانی و توانایی عملکردی ۳۵ مرد و زن ۷۰ ساله را که در یک برنامه ۱۲ هفته ای تمرین مقاومتی شرکت کرده بودند بررسی کردند. تفاوتی در قدرت بازکردن زانو و پرس سینه یا زمان راه رفتن (طی کردن مسافت ۲/۱۵ متر) مشاهده نشد اما زمان بلند شدن از صندلی، پیاده روی مسافت ۶ متری ، دور زدن و برگشتن به صندلی و نشستن در اثر مصرف مکمل HMB بهبود یافت (کاهش یافت)[۴۵].

راماچر[6] و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که مکمل HMB شدت آتروفی عضلانی در بیماران بستری شده را کاهش می دهد [۴۶].

معروفترین فرضیه ای که در مورد عملکرداین مکمل ارائه شده ، فرضیه سنتزکلسترول می باشد که HMB درآن به عنوان پیش ماده اصلی برای سنتز بتاهیدروکسی بتا متیل گلوتاریل کوآنزیم A ردوکتاز[7] (HMG-coA ردوکتاز)، عامل کنترل کننده سرعت سنتزکلسترول، در نظر گرفته شده است[۴۸،۴۹] . باتوجه به نقش کلسترول به عنوان یکی ازمواد شرکت کننده درساختارغشای سلول های عضلانی چنین نتیجه گیری شده که مصرف مکمل

1 . Kreider
2 . Slater
3 . chins
4 . Nissen
5 . Panton
6 . Rathmacher
3. Beta- hydroxy- beta- methyl glutaryl -coA reductase

HMB سبب افزایش سنتزکلسترول ودرنتیجه حفظ یکپارچگی غشای تارعضلانی وجلوگیری ازتخریب آن درنتیجه استرس ناشی از ورزش می شود[۶،۷،۴۹]. درمطالعه دیگری عامل القاگر پروتئولیز[1](PIF) به همراه HMB استفاده شد ومشاهده گردید که HMB ازتحریک مسیرکاتابولیسمی یوبیکیتین[2] بوسیله PIF ودرنتیجه تجزیه پروتئین های عضلات، جلوگیری کرد[۴۹]. بکستر[3](۲۰۰۶) به تجویز راپامیسین که سرکوب کننده پروتئین پروتئین کیناز mTOR (پروتئین کینازی که باعث ایجاد فرایند های آنابولیسم پروتئین درعضلات می شود) است همزمان با مصرف HMB پرداخت ومشاهده کرد که HMB ازکاهش بافت عضلانی جلوگیری کرد [۵۰].

دومین تئوری که برای سازوکار عمل HMB پیشنهاد شده است مهار آپوپتوز و مسیرهای پروتئولیتیک است. مطالعه ای که بوسیله اسمیت[4] و همکاران (۲۰۰۴) انجام شد نشان می دهد که HMB تجزیه پروتئین را از طریق مهار مسیر یوبیکیتون پروتئازوم در سلول های عضلانی کاهش می دهد [۴۹]. به تازگی الی[5] و همکاران نشان دادند که تجزیه پروتئین ناشی از عامل نکروز تومور آلفا (TNF-α) و آنژیوتانسین ۲ (ANG II) بعد از مکمل سازی HMB در سلول های عضلانی موش کاهش یافت[۵۱]. در مطالعه ای جدید نشان داده شد که تعداد میوبلاست های نکروز شده ی مشتق از سلول های اقماری در حضور HMB کاهش یافت [۵۲]. این یافته ها نشان می دهد که HMB در جلوگیری از تجزیه پروتئین و آپوپتوز نقش دارد و به این ترتیب موجب حفظ سلول های اقماری که برای بازسازی عضله ضروری هستند می شود [۵۳].

سومین تئوری که برای سازوکار عمل HMB پیشنهاد شده است افزایش سنتز پروتئین ، تکثیر و تمایز سلولی است . کورناسیو[6] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که HMB سبب افزایش تکثیر و تمایز سلول های میوژنیک می شود [۵۲]. علاوه بر این HMB مقدار mRNA عامل رشد شبه انسولینی یک را که نقش اساسی در تکثیر و تمایز میوبلاست و هیپرتروفی عضلانی دارد افزایش می دهد [۵۷،۵۸،۵۹]. این آثار HMB بواسطه مسیر های MAPK/ERK و PI3K/AKT اعمال گردید و باعث شد که محققان نتیجه بگیرند که آثار مستقیم HMB بر تمایز میوبلاست حداقل در محیط کشت مشابه آثار عامل رشدی شبه انسولینی یک می باشد .

با توجه به موارد فوق هدف این تحقیق بررسی تاثیر مصرف مکمل HMB هنگام اجرای تمرینات مقاومتی بر تغییر غلظت هورمون تستوسترون، هورمون رشد، IGF-1 و کورتیزول در افراد غیرورزشکار است، تا بدین ترتیب یکی از سازوکار های احتمالی عملکرد آنابولیک مکمل HMB، یعنی افزایش احتمالی سطوح استراحتی برخی عوامل رشدی تحریک کننده سنتز پروتئین مورد بررسی قرار گیرد .

۱-۳ضرورت و اهمیت انجام تحقیق

1 Proteolysis inducing factor
5. ubiquitin pathway
3 . Baxter
4 . Smith
5 . Eley
6 . Kornasio

پانتون و همکاران (۲۰۰۰) نیز آثار HMB را طی تمرین مقاومتی در ۳۶ زن و ۳۹ مرد با دامنه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال که دارای تجربه تمرین مقاومتی بودند طی ۴ هفته بررسی کردند. گروه HMB کاهش بیشتری در توده چربی بدن داشت (۱/۱- در مقابل ۰/۵-)، قدرت بالاتنه (۷/۵ در مقابل ۵/۲ کیلوگرم) و توده خالص بدنی نیز(۱/۴ در مقابل ۰/۹ کیلوگرم) در مقایسه با گروه دارونما و صرف نظر از تجربه تمرینی افزایش بیشتری نشان داد [۵۷].

تامسون (۲۰۰۴) نیز پس از ۹ هفته تمرین مقاومتی در ۳۴ مرد ورزیده دارای تمرین مقاومتی افزایش بیشتری در قدرت بیشینه باز کردن زانو نسبت به گروه دارونما مشاهده کرد (۱۴/۷ درصد در مقابل ۴/۸ درصد) [۵۸]. از طرفی نیبورز[1] و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که مکمل HMB در بازیکنان با تجربه فوتبال چربی بدن را کاهش و LBM را افزایش داد [۵۹].

ووکویچ[2] و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که مکمل HMB در ۳۱ زن و مرد سالمند غیرورزشکار طی ۸ هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش بیشتر چربی بدن (۶/۶- در مقابل ۰/۰۳-) افزایش بیشتر قدرت بالاتنه (۱۳ درصد در مقابل ۱۱ درصد) و پایین تنه (۱۳ درصد در مقابل ۷ درصد) در مقایسه با دارونما شد[۶۰].

جک[3] و همکاران (۲۰۰۳) آثار HMB بر قدرت عضلانی (پرس سینه ، اسکات و حرکت یک ضرب[4] و ترکیب بدن (وزن و چربی بدن) را روی بازیکنان فوتبال دانشگاهی زبده که ۲۰ ساعت در هفته و به مدت ۴ هفته تمرین کردند ، بررسی کردند. نتایج تغییری در عملکرد پرس سینه ، اسکات یا حرکت یک ضرب و همچنین ترکیب بدن نشان نداد. این نتایج سبب آن شد که محققان نتیجه گیری کنند که آزمودنی ها دچار بیش تمرینی شده اند. حجم تمرین در این مطالعه نسبت به سایر مطالعات HMB بالاتر بود[۶۱].

نیسن و همکارانش (۱۹۹۶) آثار HMB بر متابولیسم و عملکرد طی تمرین مقاومتی را درمردان غیرورزشکار سالم طی دو آزمایش بررسی کردند . شرکت کنندگان در تحقیق اول ۰ ، ۱/۵ یا ۳ گرم HMB در کنار ۳ جلسه تمرین در هفته به مدت ۳ هفته مصرف کردند. در تحقیق دوم دو دوز (۰ یا ۳ گرم) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج تحقیق اول نشان داد که HMB شاخص های پلاسمایی آسیب عضلانی (کراتین کیناز) و تجزیه پروتئین (۳- متیل هیستیدین[5]) را به نسبت دوز مصرف شده کاهش داد. کل وزنه جابجا شده نیز به نسبت دوز مصرف شده افزایش یافت (به ترتیب ۸ ، ۱۳ و ۱۸/۴ درصد برای ۰ ، ۱/۵ و ۳ گرم HMB) . توده خالص بدنی نیز به نسبت دوز مصرف شده افزایش یافت. در تحقیق دوم نیز توده خالص بدنی در افراد گروه مکمل طی هفته دوم و هفته های چهارم تا ششم افزایش بیشتری داشت ولی در هفته هفتم تفاوتی بین گروه کنترل و مکمل وجود نداشت. عدم تفاوت در توده خالص بدنی طی هفته هفتم احتمالا به دلیل سازگاری آزمودنی ها به محرک تمرینی است [۶۲].

---

1 . Neighbors
2 . Vukovich
3 . Jack
4 . power cleans
5 . 3-methylhistidine

چندین مطالعه نشان دادند که مکمل HMB توده خالص بدنی و شاخص های عملکردی را طی تمرین مقاومتی صرف نظر از تجربه تمرینی، بهبود می بخشد [۴]. نیسن[1] و همکاران (۱۹۹۶) تاثیر HMB بر ترکیب بدن در مردان ورزیده و غیرورزشکار را که در تمرین مقاومتی سنگین شرکت داشتند بررسی کردند. مکمل HMB صرف نظر از وضعیت تمرینی موجب افزایش بیشتر در LBM و کاهش بیشتر در توده چربی بدن شد. علاوه بر این در حرکت پرس سینه نیز افزایشی به میزان ۵۵ درصد بیشتر مشاهده شد [۴۴].

نشان داده شده ۶ هفته تمرین مقاومتی همراه مصرف روزانه ۳گرم HMB درمردان ورزیده راگبی هیچ تاثیری براستقامت ،توان پا وشاخص های بدن سنجی آنها نداشته است[۶۳]. درمطالعه دیگری که بر روی ورزشکاران راگبی انجام شد ، مشاهده گردید مصرف ۶ هفته مکمل HMB (۳گرم درروز) تاثیری برسطوح تستوسترون وکورتیزول پلاسمای آزمودنی ها نداشت[۵]. یافته های مشابهی را اسلتر (۲۰۰۰) بدست آورد و مشاهده کرد مصرف ۳ گرم HMB در روز و به مدت ۲ هفته تغییری درنسبت تستوسترون به اپی تستوسترون نسبت به گروه کنترل ایجاد نکرد [۱۳]. اسکیلینگ[2] (۲۰۰۱) نیز نشان داد مصرف HMB براساس مقادیرتوصیه شده سطوح کورتیزول رادرافرادی که قبلا به مدت ۴ سال کراتین مصرف کرده بودند تغییر نمی دهد[۶۴].

مطالعه ای بر روی ۳۷ مرد غیر ورزشکار دانشگاهی به مدت ۸ هفته و هفته ای۳روز تمرین مقاومتی انجام شد. آزمودنی ها دوگروه بودند که گروه اول ۳۸ میلی گرم وگروه دوم ۷۶ میلی گرم مکمل HMB به ازای هرکیلوگرم ازوزن بدن خود درروز مصرف می کردند. نتایج نشان داد که HMB موجب افزایش توده بدون چربی بدن می شود [۶۵]. مصرف HMB در ۴۰ آزمودنی که سابقه تمرینی داشتند ولی کاملا ورزیده نبودند وبه مدت ۳روز درهفته تمرین مقاومتی انجام می دادند موجب افزایش بیشترتوده خالص بدنی نسبت به گروه کنترل شد [۶۶]. همچنین ،گزارش شده که مصرف ۱۴ روز مکمل HMB تاثیری برسطوح ادراری تستوسترون نداشته است [۱۳]. مطالعه بر روی ۱۷ مرد رشته واترپلو و ۱۰ مرد رشته پاروزنی نشان داد که مصرف ۳ گرم HMB در روز به مدت ۶ هفته تاثیری بر کورتیزول وتستوسترون نداشت[۴۳]. هافمن[3] (۲۰۰۴) مشاهده کرد مصرف مکمل HMB در ۲۶ بازیکن فوتبال طی ۱۰ روز، تغییری درنسبت تستوسترون به کورتیزول ایجاد نکرد [۶۷]. با توجه به مطالب ارائه شده تاثیر مثبت مکمل HMB در افزایش توده خالص بدنی افراد غیر ورزشکار اثبات شده است ولی ساز و کار نحوه تاثیر این مکمل تا حدود زیادی در پرده ابهام مانده و نیاز به بررسی دقیق دارد. با توجه به تحقیقات انجام شده تحقیقی که تاثیر مصرف مکمل HMB را به همراه تمرینات مقاومتی طولانی مدت روی سطوح هورمون های رشد،کورتیزول ،تستوسترون و عامل رشدی شبه انسولینی یک در مردان غیر ورزشکار بررسی کرده باشد، انجام نشده است. از این رو هدف این تحقیق بررسی تاثیر این مکمل بر عوامل ذکر شده و ارائه ساز وکاری احتمالی برای تاثیر مثبت این مکمل در افزایش توده خالص بدنی و قدرت افراد غیر ورزشکار است.

1 . Nissen
2 . Schilling
3 . Hoffman

۱- ۴ هدف‌ها

۱-۴-۱ هدف کلی

مطالعه تاثیر۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB بر برخی عوامل رشدی و ترکیب بدنی مردان غیر ورزشکار

۱-۴-۲ اهداف اختصاصی

۱. مطالعه تاثیر۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB برسطوح استراحتی هورمون کورتیزول مردان غیر ورزشکار

۲. مطالعه تاثیر۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB برسطوح استراحتی هورمون تستوسترون مردان غیر ورزشکار

۳. مطالعه تاثیر۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB برسطوح استراحتی هورمون رشد مردان غیر ورزشکار

۴. مطالعه تاثیر۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB برسطوح استراحتی IGF-I مردان غیر ورزشکار

۵. مطالعه تاثیر۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB بر توده خالص بدنی (FFM) مردان غیر ورزشکار

۶. مطالعه تاثیر۸ هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB بر درصد چربی بدن مردان غیر ورزشکار

۱-۵ فرضیه‌ها

۱. ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB تاثیر معنی داری برسطوح استراحتیIGF-I سرم مردان غیر ورزشکار دارد.

۲. ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB تاثیر معنی داری برسطوح استراحتی تستوسترون سرم مردان غیر ورزشکار دارد.

۳. ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB تاثیر معنی داری برسطوح استراحتی هورمون رشد در سرم مردان غیر ورزشکار دارد.

۴. ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB تاثیر معنی داری برسطوح استراحتی کورتیزول سرم مردان غیر ورزشکار دارد.

۵. ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB تاثیر معنی داری بر توده خالص بدنی (FFM) مردان غیر ورزشکار دارد.

۶. ۸ هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل HMB تاثیر معنی داری بر درصد چربی بدن مردان غیر ورزشکار دارد.

۱-۶ پیش فرض های تحقیق

۱. تمام آزمودنی های تحت شرایط محیطی و زمانی یکسان مورد آزمایش قرار گرفتند.
۲. آزمودنی ها تمام موارد پروتکل تمرینی را بطور کامل و صحیح اجرا نمودند.
۳. ابزار و وسایل اندازه گیری از اعتبار لازم برخوردار بوده اند.
۴. آزمودنی ها قبل، هنگام و بعد از انجام پروتکل تحقیق به هیچ گونه بیماری تاثیر گذار بر عملکرد غدد درون ریز مبتلا نبوده و نشده اند.
۵. آزمودنی ها تا حداقل ۲ ماه قبل از شروع تحقیق هیچ گونه مکمل یا داروی خاصی مصرف نمی کرده اند.

۱-۷محدودیت های تحقیق

۱-۷-۱ محدودیت های اجتناب ناپذیر

۱. با وجود توصیه در مورد داشتن خواب و استراحت کافی این متغیر ها قابل کنترل نبودند.
۲. استرس و شرایط روحی آزمودنی ها به علت در دسترس نبودن آن ها بطور تمام وقت قابل نظارت نبود.
۳. کنترل عوامل ژنتیکی خارج از توانایی محقق بود.
۴. به علت پر هزینه بودن وسایل آزمایشگاهی تعداد دفعات خون گیری بیشتر از دوبار مقدور نبود.
۵. انتخاب آزمودنی ها به علت محدودیت های موجود به جای انتخاب تصادفی از نوع در دسترس بود.

۱-۷-۲ محدودیت های در اختیار محقق

۱. جنسیت آزمودنی ها
۲. برنامه تمرین مقاومتی
۳. طول دوره تحقیق

۱-۸ تعریف واژه ها و اصطلاحات تحقیق

۱-۸-۱ تعاریف نظری

بتاهیدروکسی بتا متیل بوتیرات

بتاهیدروکسی بتا متیل بوتیرات یکی از مشتقات اسید آمینه لوسین می باشد که آثار ضدکاتابولیک ، لیپولیزی و آنابولیکی آن در مطالعات مختلف نشان داده شده است[۴] .

تستوسترون

هورمون استروئیدی می باشد که عمدتا از سلول های بافت لیدیگ بیضه ترشح شده و مسئول ایجاد صفات مردانه ثانویه ، رشد عضلات ،افزایش تراکم استخوانی و بهبود عملکرد ایمنی در مردان است[۶۸].