The Rate of Strength Muscle Imbalance Among Opposing Muscle Groups of Elite Athletes: A Narrative Review

Daneshmandi H [1], Nazari M.H [2], Parisa Sedaghati [3], Ahmadi Barati S [4], Nazari S [5]

Abstract

Purpose: Muscle imbalance and its amount and extent among opposing muscle groups is one of the important risk factors in causing musculoskeletal injuries. The aim of the present study was to evaluate the extent and rate of strength imbalances among opposing muscle groups of elite athletes.

Methods: To conduct the present review, the search history was searched through electronic search engines over the past two decades (2000 to 2020) at PubMed and Google Scholar. The keywords "Muscle", "Imbalance", "Athletics", "Muscle Imbalance", "Muscle Strength", "Rate", " Elite" are used for the search, along with related synonyms. Also, to search for Persian articles, the Iranian Magazines Database (MAGIRAN), the University Jihad Scientific Database (SID), the Islamic World Science Citation Database (ISC), the Iranian Medical Sciences Information Database (IRANMEDEX) and the Iranian Medical Library (MEDLIB) were used. Selected articles were obtained by considering the inclusion and exclusion criteria of the research.

Results :Considering the inclusion and exclusion criteria of the present study, 28 articles (including 26 English articles and 2 Persian articles) were selected .The findings showed that in the knee joint, the ratio of opposite muscle imbalance (agonist / antagonist), for hamstring muscles to quadriceps (H: Q) were 63.2% and 61.8% respectively. These values in the hip joint for abductor to adductor muscles (ABD: ADD) were 89.2% and 75.4% respectively. Mean of these values in the ankle joint for dorsiflexor to plantarflexor muscles (DR: PL) were 35.3% and 35.6% respectively. The mean these values for inverter to aviator (I: E) muscles were 83.5% and 77.8% respectively. These values in the shoulder joint for flexor to extensor muscles (FL: EX) respectively; were 76.8% and 72.8%. For external to internal retinal muscles (ER: IR) respectively; were 63.8% and 70.5%. The mean of these values in the elbow joint for extensor to flexor muscles (EX: FL) respectively; were 92.3% and 91.6%. The mean of these values in the scapular joint for the scapular to proximal scapular muscles (RT: PR) respectively; were 88.1% and 77%.

Conclusion: The results showed that in the evaluation of muscle imbalance in different groups in the upper and lower limb of elite athletes, certain relative values can be considered as quantitative and reference values. This reference is used to find out if the differences in muscle strength are such that they are considered muscle imbalance. Also, in assessing muscle strength imbalance, application of the isokinetic assessment method with the technique of 60 degrees per second is more beneficial. To conduct future studies in the field of muscle imbalance assessment, researchers recommend that in addition to strength imbalance, other aspects of muscle imbalance such as muscle length, flexibility, joint range of motion, muscular endurance, and structural profile of elite athletes should be considered.

Keywords: Muscle imbalance, Ratio, Strength, Agonist, Antagonist, Elite athletes

Received: 2021.08.01 Accepted:2021.11.16

میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت در بین گروه های عضلانی مخالف ورزشکاران نخبه: مقاله مروری روایتی

حسن دانشمندی[۱]، محمد حسین نظری[۲]، پریسا صداقتی[۳]، سعید احمدی براتی[۴]، سحر نظری[۵]

هدف: ایمبالانس عضلانی و مقدار آن در بین گروه های عضلانی مخالف، یکی از ریسک فاکتورهای مهم در ایجاد آسیب های

عضلانی- مفصلی به شمار می رود. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی میزان و نسبت ایمبالانس قدرت در بین گروه های عضلانی مخالف ورزشکاران نخبه بود.

روش بررسی: برای انجام تحقیق مروری حاضر، جست‌وجوی پیشینه تحقیق از طریق موتورهای جستجوگر الکترونیک در دو دهه گذشته (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰) در پایگاه های PubMed و Google Scholar انجام شد. برای جست‌وجو از واژه های کلیدی"Imbalance" "Muscle" ,"Muscle Strength", "Muscle Imbalance", "Athletics", "Rate" , "Elite"به همراه مترادف های مرتبط، استفاده شد. همچنین برای جست‌وجوی مقالات فارسی از پایگاه مجلات کشور (MAGIRAN)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC)، اطلاعات مقالات علوم پزشکی ایران (IRANMEDEX) و کتابخانه پزشکی ایران (MEDLIB) استفاده شد.

یافته ها: با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج از پژوهش حاضر، ۲۸ مقاله (شامل ۲۶ مقاله انگلیسی و ۲ مقاله فارسی)، انتخاب شدند. یافته های پژوهش نشان داد، در مفصل زانو میزان (نسبت) ایمبالانس عضلانی مخالف آگونیست/ آنتاگونیست (Agonist ;AG/AN /Antagonist)، برای عضلات همسترینگ/کواریسپس (Hamstring: Quadriceps; H:Q)، در عضو برتر و غیر برتر به ترتیب؛ ۶۳/۲ ٪ و ۶۱/۸ ٪ بود. این مقادیر در مفصل ران برای عضلات آبداکتور/ آداکتور (AD_F AB_F; Adductor : Abductor) به ترتیب؛ ۸۹/۲ ٪، ۷۵/۴ ٪ و در مفصل مچ پا برای عضلات دورسی فلکسور / پلانتارفلکسور (Dorsey Flexion: Plantar Flexion; DR_A:PL_A) به ترتیب؛ ۳۵/۳ ٪ ، ۳۵/۶ ٪ و برای مفصل مچ پا و عضلات (Invertor: Evictor I_A:E_A) به ترتیب؛ ۸۳/۵ ٪، ۷۷/۸ ٪ و برای مفصل شانه و عضلات فلکسور/ اکستنسور (: Flexor Extensor ; FL_{SH}:EX_{SH}) به ترتیب؛ ۷۶/۸ ٪، ۷۲/۸ ٪ و برای مفصل شانه و عضلات چرخش دهنده داخلی /چرخش دهنده خارجی (External rotator: Internal rotation ; ER_{SH}:IR_{SH}) به ترتیب؛ ۶۳/۸ ٪، ۷۰/۵ ٪ و برای مفصل آرنج و عضلات اکستنسور/ فلکسور (Extensor ; Flexor; EX_{EL}:FL_{EL}) به ترتیب؛ ۹۲/۳ ٪، ۹۱/۶ ٪ و برای مفصل کتف و عضلات نزدیک کننده / دور کننده (Retractor: Protractor; RT_{ES}:PR_{ES}) به ترتیب؛ ۸۸/۱ ٪، ۷۷ ٪ بود.

نتیجه گیری: یافته ها نشان داد، در ارزیابی های ایمبالانس عضلانی در گروه های مختلف در بالاتنه و پایین تنه ورزشکاران نخبه می توان مقادیر نسبی مشخصی را به عنوان مقادیر کمی و مرجع در نظر گرفت. از این مرجع - برای پی بردن به اینکه آیا تفاوت های قدرت عضلانی در حدی است که به عنوان ایمبالانس عضلانی تلقی شود یا نه - استفاده می شود. همچنین در ارزیابی ایمبالانس قدرت عضلانی از روش ارزیابی ایزوکنتیک و با تکنیک ۶۰ درجه بر ثانیه بیشتر استفاده کنند. برای انجام مطالعات آینده در زمینه ارزیابی ایمبالانس عضلانی، توصیه می شود محققان علاوه بر ایمبالانس قدرت، به جنبه های دیگر ایمبالانس عضلانی نظیر طول عضله، انعطاف پذیری، دامنه حرکتی مفصل، استقامت عضلانی، و نیمرخ ساختاری بدن ورزشکاران نخبه نیز توجه داشته و آن ها را ارزیابی کنند.

کلمات کلیدی: ایمبالانس عضلانی، میزان ؛ قدرت، آگونیست، آنتاگونیست، ورزشکاران نخبه

نویسنده مسئول: محمد حسین نظری، mh1062_n@yahoo.com، ORCID:0000-0002-0520-3304

آدرس: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی

۱- استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۴- عضو هیئت علمی دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۵- دانشجوی کارشناسی رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

مقدمه

علی رغم اینکه متخصصان تمرینات قدرتی و حرکات اصلاحی به اهمیت تمرینات گروه عضلانی تولید کننده اعمال قرینه (Bilateral) و مخالف (Opposite) اطراف یک مفصل (مانند خم کننده ها، بازکننده ها، نزدیک- کننده ها، دور کننده ها و همچنین آگونیست ها،

آنتاگونیست ها توجه داشته اند، با وجود این، یک گروه از عضلات معمولاً تمایل دارد که نسبت به گروه دیگر قویتر باشد. این مقادیر زمانی مورد توجه متخصصان طب ورزشی هستند که اختلاف معناداری بین عضلات قرینه (عضو برتر– عضوغیربرتر)، همچنین بین عضلات موافق و مخالف آگونیست/ آنتاگونیست، مشاهده شود (۱). بر این اساس فرض شده است که عدم تعادل بیش از اندازه قدرت در نسبت های گروه عضلات قرینه بر مفصل تأثیر می گذارد و گروه عضلات را به سمت آسیب دیدگی پیش می برد (۱،۲). به همین علت این نسبت ها در نزدیکی مفاصل توجه زیادی را در توانبخشی ورزشکاران طلب می کند.

در تعریف کلی ایمبالانس عضلانی، منابع مختلف به دنبال تقسیم عضلات بر گروه های خاص بر مبنای رفتار، عملکرد، جنبه های بافت شناسی، بیومکانیک و پاسخ آن ها به ضایعات براساس عملکرد آن ها در الگوهای حرکتی می باشند (۳). ولی کاربردی ترین و عینی ترین شکل عدم تعادل عضلانی، تحت عنوان نسبت بین قدرت یا توان عضلات مخالف آگونیست و آنتاگونیست در مفصل، تعریف شده است (۴).

در پژوهش های مختلف، برای ارزیابی عملکرد ورزشکاران و همچنین پیشرفت توانبخشی بازیکنان آسیب دیده، شاخص های مختلف قدرت اندام تحتانی و فوقانی بررسی شده است. در این میان، نسبت قدرت عضلات چرخش دهنده داخلی / چرخش دهنده خارجی در مفصل شانه و مقدار این نسبت بین اکستنسور/ فلکسور آرنج و همچنین نسبت قدرت عضلات قرینه (چپ و راست) در اندام فوقانی و همچنین میزان ایمبالانس عضلانی در بین عضلات مخالف و آبداکتور/ آداکتور کتف و همچنین نسبت قدرت آبداکتور/ آداکتور بازو بین (Abdactor:Addactor ;$AB_F:AD_F$) بازو و عضلات قرینه آن در اندام فوقانی ورزشکاران و غیر ورزشکاران، رایج تر است (۲۰،۲۷،۳۸،۳۹،۴۰،۴۵). همچنین در اندام تحتانی، نسبت قدرت عضلات قرینه و مخالف آداکتور/ آبداکتور ران و نسبت دورسی فلکسور/ پلانتارفلکسور و همچنین نسبت قدرت عضلات قرینه و مخالف آداکتور/ آبداکتور مفصل زانو، همواره مورد نظر محققین بوده است (۳۰،۳۴، ۲۵-۲۱). نسبت قدرت عضله (H:Q)، یکی از رایج ترین موارد ارزیابی شده است. این نسبت قدرت عضلات آگونیست/آنتاگونیست زانو برای بررسی عملکرد مورد استفاده قرار گرفته است (۲۱،۲۳،۲۴). از نسبت همسترینگ/کواریسپس برای بررسی شباهت بین همسترینگ و الگوهای سرعت لحظه ای عضلات چهار سر ران و ارزیابی توانایی عملکردی زانو و تعادل عضلانی استفاده شده است (۱،۳،۴). این نسبت به طور متداول به عنوان میزان یا نسبت این الگوی مشارکت، در هر دو جنس و در گروه های سنی رشته های مختلف ورزشی (رشته های ورزشی توپی نظیر فوتبال، هندبال، والیبال، بسکتبال و همچنین رشته های غیر توپی و در رشته های انفرادی و رشته های آبی و راکتی) مورد بررسی قرار گرفته است. نسبت مذکور به سرعت و موقعیت وابسته است و ممکن است زمینه ساز آسیب، خصوصا آسیب رباط صلیبی قدامی(Anterior Cruciate Ligament; ACL) باشد (۲۹،۲۵).

در تحقیقات خارجی (۱۴-۱۲،۸-۱۰،۶) و همین طور در بعضی از منابع داخلی (۳،۴)، مقادیر متفاوت و غیر دقیقی برای ایمبالانس های عضلانی بیان شده است. به طوری که odd و همکاران (۱۰) در بررسی میزان ایمبالانس قدرت عضلانی ۱۸۳۵ ورزشکار زن و مرد ۱۵ تا ۱۷ ساله آسیب دیده و ندیده، این میزان را در مفصل زانو و مچ پا، به ترتیب ۵۳٪ و ۳۵٪ گزارش کرده اند. همچنین Yeung و همکاران (۱۴) در یک مطالعه آینده نگر با بررسی نسبت ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کواریسپس ۴۴ دونده سرعت، میزان این ایمبالانس را در بین افراد آسیب دیده و ندیده، کمتر از ۶۰٪ گزارش داده اند. Khodadad (۳) در چاپ هفتم کتاب آسیب شناسی ورزشی بیان می کند؛ شواهدی وجود دارد دال بر اینکه ایمبالانس قدرت عضلات اگر بیشتر از ۱۰ ٪ باشد، عضلات ضعیف تر صدمه می بینند. با بررسی گزارشات مختلف مذکور به نظر می رسد یک اتفاق نظر کلی و نسبی وجود دارد و بیان می کنند که اگر در بین عضلات مخالف (آگونیست و آنتاگونیست)، در دو طرف یک مفصل از نظر قدرت یا توان اختلاف معنی داری به اندازه ۲۵ تا ۵۵٪ - در مفصل زانو و سطح ساجیتال (Sagittal) و ۲۵-۱۵٪ - در مفصل لگن و سطح فرونتال (Frontal) و ۵۵-۴۰ ٪ - در مفصل لگن و سطح ساجیتال و ۵۵-۳۵ ٪ - در مفصل مچ پا و سطح ساجیتال، وجود داشته باشد، فرد در همان عضله و مفصل به مرور زمان مستعد مبتلا به آسیب دیدگی خواهد شد. این اعداد و دامنه ها خیلی پراکنده و گاه مخالف هم هستند

شاید دلیل آن استفاده از روش های ارزیابی قدرت و توان عضلانی باشد.

در مطالعات اخیر روش های ارزیابی و اندازه گیری قدرت عضلات، به روش های مرسوم ایزومتریک (Isometric) و ایزوتونیک (Isotonic) و ایزوکینتیک (Isokinetic) و به ندرت فعالیت الکتریکی عضلات (Electromyography; EMG) بوده است (۱۹). مقایسه نسبت های قدرت گروه های عضلانی قرینه و مخالف، استفاده از دینامومتر (Dynamometer) ایزوکنتیک به طور کلاسیک معمول است. فناوری ایزوکنتیک به منظور ارزیابی عملکرد عضلات در هر دو زمینه بالینی و تحقیقاتی به یک روش محبوب تبدیل شده است. این مفهوم بر اساس اندازه گیری گشتاور عضلانی ثبت شده در طی تمرین مفصل جداگانه ای است که در آن سرعت زاویه ای ثابت می ماند. دینامومترهای ایزوکنتیک مقاومت سازگار برابر و مخالف نیروهای عضلانی اعمال شده برای حداکثر خروجی نیروی خارجی با تغییر موقعیت مفصل را ایجاد می کنند.

گرچه تعمیم و مقایسه نتایج حاصل از ایمبالانس قدرت عضلانی با روش های مذکور، دشوار است، ولی توصیف مقادیر عددی این ایمبالانس با تکنیک های مذکور معمول بوده و در تحقیقات مختلفی که روی گروه های مختلف ورزشکاران و غیر ورزشکاران انجام گرفته است، در ارزیابی با روش ایزوکنتیک، نسبت قدرت همسترینگ/کواریسپس طبیعی در کل دامنه حرکت زانو ۵۰٪ به ۸۰٪ در نظر گرفته می شود که در سرعت های بالاتر نسبت بالاتری وجود دارد. با نزدیک شدن نسبت به ۱۰۰٪، همسترینگ ها از نظر عملکردی قابلیت پایداری زانو را دارند (۳۰،۳۴).

با این حال، بیشتر تحقیقات اخیر بر روی ارزیابی نسبت قدرت عضلات در مفاصل مختلف و با روش های مختلف و بر روی ورزشکاران و همچنین افراد عادی صورت گرفته و نسبت (میزان) (Ratio) واضح و مشخصی برای ورزشکاران حرفه ای و نخبه مشخص نشده است. در پژوهش حاضر، محقق با مرور پژوهش های مربوطه به دنبال پاسخ به این پرسش هاست که اولا: آیا مقدار یا میزان مشخص از ایمبالانس عضلانی در گروههای عضلانی مختلف آگونیست / آنتاگونیست ورزشکاران نخبه وجود دارد؟ و ثانیا: اگر این مقادیر مشخص وجود دارد، مقدار عددی دقیق آن در مفاصل گوناگون اندام فوقانی و تحتانی چقدر است؟ و ثالثا: آیا این مقدار عددی در همه مفاصل و گروه های عضلانی یکسان است یا متفاوت است؟

روش بررسی

برای انجام تحقیق مروری حاضر، جست‌وجوی پیشینه تحقیق از طریق موتورهای جستجوگر الکترونیک در دو دهه گذشته (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰) در پایگاه های PubMed و Google Scholar انجام می شود. برای جست‌وجو از واژه های کلیدی Imbalance[All Fields] AND ("muscle strength"[MeSH Terms AND "strength"[All Fields] OR "muscle strength"[All F”Muscle” “Imbalance” , “Athletics”, “ Muscle Imbalance”, “Muscle ,”Rate” Strength” , ”Elite“به همراه مترادف های مرتبط، استفاده می‌گردد. همچنین برای جست‌وجوی مقالات فارسی از پایگاه مجلات کشور (MAGIRAN)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC)، اطلاعات مقالات علوم پزشکی ایران (IRANMEDEX) و کتابخانه پزشکی ایران (MEDLIB) استفاده شد. در پایگاه PubMed جست‌وجوها با اعمال محدوده هایی نظیر زبان انگلیسی مقالات، مقالات اصلی تمام متن، محدوده زمانی و مد نظر قرار دادن مطالعات انسانی بوده و در مراحل مختلف، کلید واژه‌ها همراه با مترادف‌های مربوطه برای انجام یک جستجوی نظام مند استفاده شد (جدول ۱).

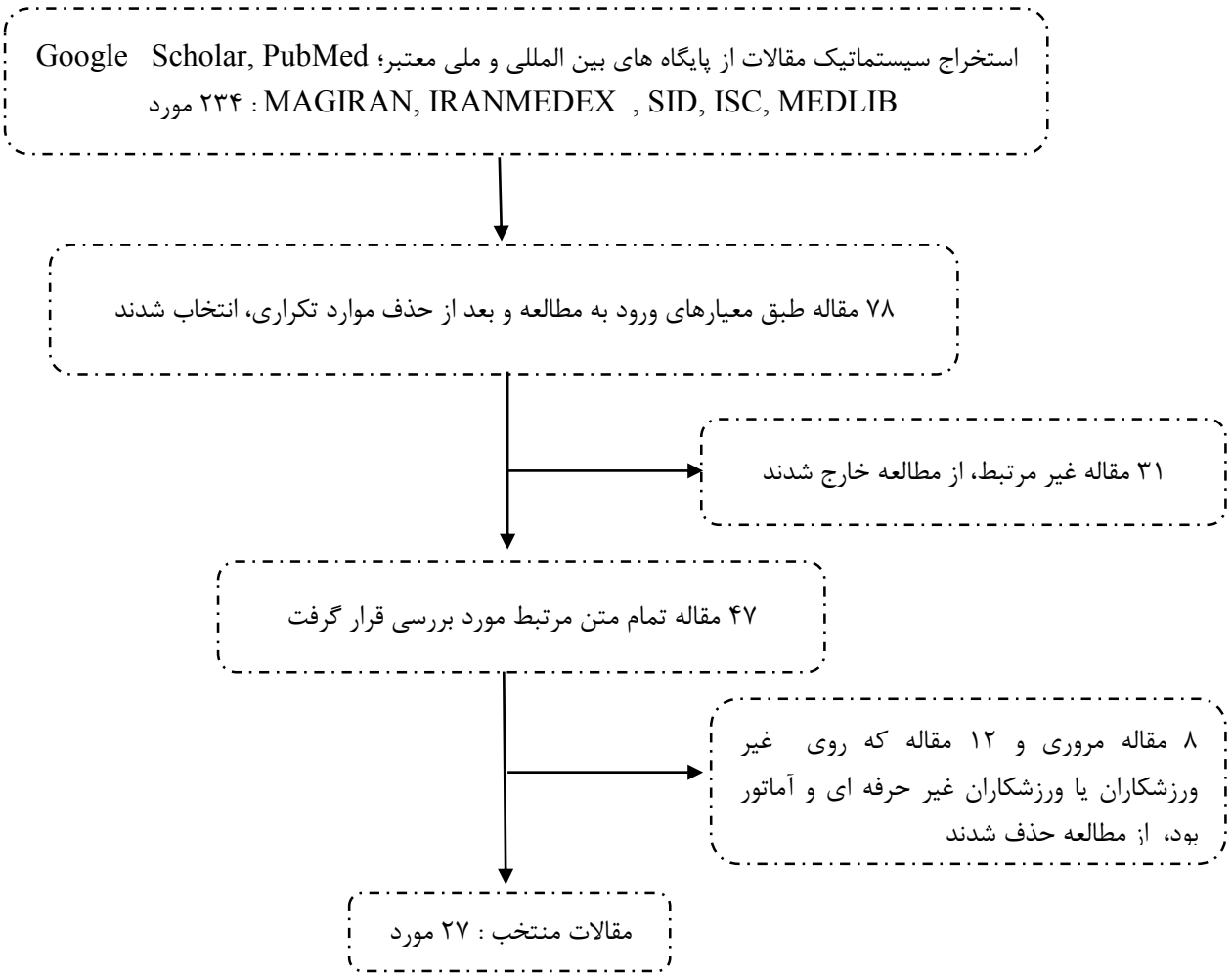
در مرحله بررسی و انتخاب مقالات، از بین کل مقالات موجود در پایگاه های مختلف اعم از مقالات تمام متن، عناوین و چکیده ها، پس از حذف مقالات تکراری، در مرحله اول؛ بر اساس معیار ورود به پژوهش، تعداد ۲۳۵ مقاله تمام متن که حاوی اطلاعاتی در مورد میزان ایمبالانس قدرت عضلات در بین گروه های عضلانی ورزشکاران بود، انتخاب شد. در مرحله دوم؛ بر اساس معیارهای خروج از پژوهش، در نهایت تعداد ۲۸ مقاله انتخاب شد.

معیارهای ورود و خروج مقالات به پژوهش به شرح زیر بود :

۱. مقالات باید به زبان فارسی یا انگلیسی باشد.
۲. مقالات باید مربوط به دو دهه گذشته باشد.
۳. مقالات تمام متن باشد.
۴. همه مقالاتی که با روش های ارزیابی مختلف ایزومتریک، ایزوتونیک (کانسنتریک و اسنتریک)، ایزوکنتیک ، به ایمبالانس عضلانی پرداخته بودند، مد نظر

جدول ۱ : شیوه جستجو در پایگاه PubMed

جستجوی ۱	"sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "athletics"[All Fields] AND "Elite"[All Fields]
جستجوی ۲	"muscles"[MeSH Terms] OR "muscles"[All Fields] AND "ratio"[All Fields]
جستجوی۳ (جستجوی ۱و۲)	"sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "athletics"[All Fields] AND "Elite"[All Fields] AND "muscles"[MeSH Terms] OR "muscles"[All Fields] AND "ratio"[All Fields]



نمودار ۱: روش انتخاب مقالات برای پژوهش (روش بررسی)

باشد.

۵. مطالعاتی که بر روی غیر ورزشکاران یا ورزشکاران غیر حرفه ای انجام شده بود، از مطالعه حذف شدند.

۶. مقالات مروری انجام شده، از مطالعه حذف شدند.

داده های مقالات در چهار جدول که حاوی اطلاعات مربوط به مشخصات نویسنده یا نویسندگان و ملیت و سال انتشار مقاله، نوع مطالعه، جمعیت مطالعه شده (تعداد، جنسیت)، روش های ارزیابی، عضلات ارزیابی شده و یافته و نتایج مطالعات بود به دست آمد (جداول۴-۲).

یافته ها

یافته های تحقیق نشان داد از مجموع ۲۷ مقاله منتخب، ۱۹ مقاله (۶۷/۸ ٪ کل مطالعات) به ایمبالانس عضلات در گیر در مفصل زانو و ۵ مقاله (۱۷/۸ ٪) به ایمبالانس عضلات شانه و ۴ مقاله (۱۴/۲ ٪) به ایمبالانس عضلات مچ پا و ۲ مقاله (۷/۴ ٪) به ایمبالانس عضلات لگن و ران و ۱ مقاله

(۳/۵ ٪) به ایمبالانس عضلات آرنج و ۱ مقاله (۳/۵ ٪) به ایمبالانس عضلات کتف ورزشکاران نخبه رشته های مختلف ورزشی، پرداخته اند. در این مطالعات با تکنیک های مختلف ایزومتریک، ایزوتونیک (کانسنتریک و اسنتریک)، ایزوکنتیک به مقدار(نسبت) ایمبالانس عضلات مخالف (عضلات آگونیست / آنتاگونیست) در هر دو عضو برتر و غیر برتر هر عضله، پرداخته شده است (جدول ۲).

از بین کل مطالعات انجام شده روی ایمبالانس عضلانی مفاصل مختلف، ۲۴ مطالعه به روش ایزوکنتیک و ۲ مطالعه به روش آیزوتونیک و ۱ مطالعه به روش ایزومتریک صورت گرفته است. بر این اساس، ارزیابی ایمبالانس عضلانی به روش ایزوکنتیک بالاترین آمار را در بین روش های مذکور داشته و این روش در سرعت های مختلف (۳۰-۱۲۰-۶۰-۲۴۰-۱۸۰ و ۳۰۰ درجه بر ثانیه) انجام شده و طبق گزارش نتایج یافته ها، ارزیابی ایزوکنتیک با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، بیشترین و بهترین روش در بین روش های مختلف این تکنیک، بوده است (جداول ۳).

بخش اول: میزان(نسبت) ایمبالانس عضلانی همسترینگ/کواریسپس در زانو

یافته های تحقیق نشان داد در بین مطالعات انجام شده روی ایمبالانس عضلانی عضلات درگیر در مفصل زانو (مشابه مفاصل دیگر)، بیشتر مطالعات به روش ایزوکنتیک و در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه انجام شده و اختلاف معنی داری بین میانگین ایمبالانس در سرعت های مختلف مشاهده نمی شود، ولی این میزان در سرعت های بالاتر از ۶۰ درجه بر ثانیه، به مقدار جزئی بالاتر بود (۴۶-۲۱) (جدول ۳).

با در نظر گرفتن ملاحظات مذکور، در مفصل زانو، میانگین میزان ایمبالانس عضلانی «با روش ایزوکنتیک »، بین عضلات همسترینگ/کواریسپس در اندام برتر ورزشکاران ۶۲/۲ ٪ و در اندام غیر برتر ۶۱/۸٪ بود. این مقادیر «با روش ایزوتونیک » به ترتیب؛ ۶۶/۵ ٪، ۶۱/۸ ٪، بود. به طور کلی و با در نظر گرفتن مجموع روش ها و تکنیک های مختلف ارزیابی، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات مخالف زانوی آزمودنی ها، همسترینگ به کواریسپس در اندام برتر ۶۴/۳ ٪ و در اندام غیر برتر ۶۱٪/۸ بود. (جدول۳، ۲).

بخش دوم: میزان (نسبت) ایمبالانس عضلانی در عضلات مفصل شانه

مطابق یافته های تحقیق همه ارزیابی های ایمبالانس قدرت عضلانی در مفصل شانه، به روش ایزوکنتیک و در سرعت های ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ درجه در ثانیه انجام شده است. سه مورد از این مطالعات مذکور از نوع مقطعی- توصیفی، یک مورد کوهرت-آینده نگر و یک مورد توصیفی- آزمایشگاهی بود. از بین این مطالعات ۴ مقاله به ایمبالانس عضلات چرخش دهنده داخلی/ چرخش دهنده خارجی مخالف و ۱ مقاله به ایمبالانس عضلات فلکسور / اکستنسور مخالف مفصل شانه ورزشکاران نخبه پرداخته اند (۲۰، ۲۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۵) (جدول۴).

بر طبق یافته های تحقیق، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات مخالف چرخش دهنده داخلی/ چرخش دهنده خارجی شانه در بین آزمودنی ها در اندام برتر ۶۳/۸ ٪ و در اندام غیر برتر ۷۰/۵ ٪ بود. همچنین این میزان ایمبالانس برای عضلات مخالف فلکسور / اکستنسور شانه در بین آزمودنی ها) در اندام برتر ۷۶/۸ ٪ بود. یافته های تحقیق نشان داد ۱۴/۲ ٪ کل مقالات مطالعه، به ارزیابی ایمبالانس عضلات درگیر در مفصل مچ پا پرداخته- اند. همه این مطالعات از نوع آینده نگر بودند. ۲ مقاله به روش ایزوکنتیک و ۱ مقاله به روش ایزومتریک و ۱ مقاله دیگر به روش ایزوتونیک انجام شده بود (۲۶، ۳۴، ۴۲). در این مطالعات، سه مقاله به ایمبالانس قدرت عضلات قرینه و مخالف دورسی فلکسور به پلانتار فلکسور ورزشکاران نخبه پرداخته شده و ۱ مقاله به ایمبالانس قدرت عضلات چرخش دهنده داخلی/ چرخش دهنده خارجی مخالف مچ پا پرداخته شده است (جدول۴). بر طبق یافته های تحقیق اختلاف معنی داری بین مقادیر بدست آمده از روش های مذکور وجود نداشت و بر طبق این نتایج، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات مخالف دورسی فلکسور/ پلانتارفلکسور مچ پا در بین آزمودنی ها در اندام برتر ۳۵/۳ ٪ و در اندام غیربرتر ۳۵/۶ بود. همچنین این میزان ایمبالانس برای عضلات مخالف چرخش دهنده داخلی/ چرخش دهنده خارجی مچ پا در بین آزمودنی ها در اندام برتر ۸۳/۶ ٪ و در اندام غیر برتر ۷۷/۸ ٪ بود.

جدول۲: یافته های مطالعات ایمبالانس عضلانی در مفصل زانو

مشخصات نویسندگان	نوع تحقیق	جمعیت مطالعه شده	ناحیه یا عضو ارزیابی شده	روش ارزیابی	یافته ها و نتایج
Rodrigo و همکاران (۲۱)	مورد-شاهدی	۲۲ بازیکن فوتبال مرد نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک با استفاده از دینامومتر بایودکس	در سرعت ۶۰متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۵/۸ ٪ و ۵۸/۱ ٪بود. این مقادیر درسرعت متربرثانیه ۲۴۰، به ترتیب؛۶۶/۱ ٪ و ۶۰/۹ ٪بود.
Maros و همکاران (۲۳)	مقطعی	۵۰ورزشکار مرد و زن جوان نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس (H:Q)، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۳/۵ ٪ و ۵۳/۱ ٪ بود.
Jae Ho و همکاران (۲۴)	پایلوت	۸ بازیکن نوجوان نخبه بیسبال	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر CSMI	در سرعت ۶۰متر بر ثانیه ،میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/ کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۱/۲۵ ٪ و ۵۰/۲۵ ٪ بود.
Enver و همکاران (۲۸)	مقطعی-دانشگاهی	۲۶ بازیکن فوتبال پیشرفته دانشگاهی	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر هوماک نرم	در سرعت ۶۰متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۹/۳ ٪ و ۶۲ ٪ بود. این مقادیر درسرعت۲۴۰ متر بر ثانیه، به ترتیب؛ ۷۸ ٪، ۷۵/۶٪، بود.
Raisberg و همکاران (۲۹)	کوهرت-آینده نگر	۳۵۰ بازیکن نخبه بزرگسال رشته های هندبال و فوتبال	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپ، در اندام برتر و غیر برتر فوتبالیست ها به ترتیب ۶۰ ٪و ۵۹/۱ ٪ بود. میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر هندبالیست ها به ترتیب ۵۸ ٪ و ۵۷ ٪ بود.
Petr و همکاران (۳۰)	مقطعی	۳۳ فوتبالیست زن و مرد جوان نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک (کانسنتریک و استنریک) - در سرعت۶۰ متر بر ثانیه و ۱۸۰ متر بر ثانیه	در سرعت ۶۰متر بر ثانیه ، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت کانسنتریک عضلات همسترینگ /کوادریسپس، ۴۸ ٪ بود. درسرعت ۶۰متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت استنریک عضلات همسترینگ /کوادریسپس، ۵۲ ٪ بود. در سرعت۱۸۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت کانسنتریک عضلات همسترینگ /کوادریسپس، ۷۳ ٪ بود. در سرعت۱۸۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت استنریک عضلات همسترینگ /کوادریسپس، ۵۹ ٪ بود.
Zuzana و همکاران (۳۱)	مورد - شاهدی	۱۱هندبالیست نخبه زن بزرگسال	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک (کانسنتریک و استنریک) توسط دینامومتر	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت کانسنتریک عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۳ ٪ و۵۶ ٪ بود. این مقادیر در انقباض استنریک به ترتیب، ۴۹ ٪ و ۴۹ ٪ بود.
Renan و همکاران (۳۲)	تحلیلی-مقطعی	۴۰ فوتبالیست مرد نخبه برزیلی	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر بایودکس	در سرعت ۳۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۸/۶ ٪ و ۵۹ ٪ بود. در سرعت ۶۰متربرثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۴ ٪ و ۶۴ ٪ بود. درسرعت ۱۲۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۲/۳ ٪ و ۶۲/۲ ٪ بود. در سرعت ۲۴۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۹/۳ ٪ و ۶۵ ٪ بود.
Chaudio و همکاران (۳۳)	مقطعی	۱۱۲ ورزشکار حرفه ای فوتسال و فوتبال	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر سایبکس	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۳/۵ ٪ و ۵۳/۲ ٪ بود.
Jeon و همکاران (۳۴)	آینده نگر	۴۹ بازیکن فوتبال بزرگسال	همسترینگ/کواریسپس و دورسی فلکسور/ پلانتارفلکسور	ایزوکنتیک توسط دینامومتر	در سرعت ۶۰متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۴/۱ ٪ و ۶۴/۹ ٪ بود. در سرعت ۱۸۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۷۲/۶٪ و ۷۱/۸٪ بود. در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات دورسی فلکشن /پلانتار فلکشن، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۲۸/۵٪ و ۳۰/۱٪ بود. در سرعت ۱۸۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات دورسی فلکسور/ پلانتارفلکسور، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب۳۲/۶ ٪ و ۳۲/۳ ٪ بود.
Tomas و همکاران (۳۶)	تحلیلی-مقطعی	۲۲ورزشکار پسر نوجوان نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر سایبکس	در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۴۲/۱ ٪ و ۴۲/۹ ٪ بود. در سرعت ۱۸۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۴۱/۶ ٪ و ۴۹/۳ ٪بود.
Alberto و همکاران (۳۷)	آینده نگر	۱۵۹نوجوان پسر فوتبالیست	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر REV9000	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۱ ٪ و ۵۹/۹ ٪ بود.
Daneshjo و همکاران (۴۱)	تحلیلی-مقطعی	۳۶فوتبالیست مرد جوان نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر بایودکس	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۰/۱ ٪ و ۴۸/۸ ٪ بود.

Nazari و همکاران(۴۲)	آینده نگر	۴۵ ورزشکار مرد جوان نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک (کانسنتریک)	در مفصل زانو، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/ کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۶/۵ ٪ و۷۲ ٪ بود.
Roy و همکاران (۴۳)	توصیفی- مقطعی	۴۰ ورزشکار مرد دانشگاهی نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر سایبکس	در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۳/۱ ٪ و ۶۴/۲ ٪ بود. این مقادیر درسرعت ۳۰۰ متر بر ثانیه، به ترتیب، ۶۵ ٪ و ۶۴ ٪ بود.
Kieran و همکاران (۴۴)	توصیفی- مقطعی	۴۴ فوتبالیست مرد دانشگاهی نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر	در سرعت ۶۰ متر برث انیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۲ ٪ و ۶۴ ٪ بود. - این مقادیر درسرعت ۱۸۰ متر بر ثانیه، به ترتیب، ۶۹ ٪ و ۷۰/۵ ٪ بود.
Michelle و همکاران (۴۶)	آینده نگر	۵۳ ورزشکار زن جوان نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر سایبکس	در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۲/۲ ٪ و ۶۳/۵ ٪ بود. این مقادیر درسرعت ۳۰۰ متر بر ثانیه، به ترتیب، ۷۳/۶ ٪ و ۷۴/۷ ٪ بود.
John و همکاران (۴۷)	مقطعی	۸۱ ورزشکار مرد و زن دانشگاهی نخبه	همسترینگ/کواریسپس	ایزوکنتیک توسط دینامومتر بایودکس	در سرعت۶۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ/کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۰/۱ ٪ و ۴۸/۷۵ ٪ بود. این مقادیر در سرعت۱۲۰ متر بر ثانیه، به ترتیب، ۵۶/۴ ٪ و ۵۳/۵ ٪ بود. این مقادیر در سرعت ۱۸۰ متر بر ثانیه، به ترتیب، ۵۹/۳ ٪ و ۵۸/۶ ٪ بود.

جدول ۳ : نتایج ایمبالانس عضلانی بین عضلات اکستنسور/ فلکسور زانو- با روش ایزوکنتیک به تفکیک زوایای مختلف

N	در سرعت ۶۰درجه بر ثانیه(٪)		در سرعت ۱۸۰درجه بر ثانیه(٪)			در سرعت ۲۴۰درجه بر ثانیه(٪)			در سرعت ۱۲۰درجه بر ثانیه(٪)		
	اندام (H:Q)برتر	اندام غیر (H:Q)برتر	N	(H:Q) D	(H:Q) ND	N	(H:Q) D	(H:Q) ND	N	(H:Q) D	(H:Q) ND
۱	۶۴	۶۵/۲	۱	۷۳	۷۳	۱	۶۶/۱	۶۰/۱	۱	۶۲/۳	۶۲/۲
۲	۵۵/۸	۵۸/۱	۲	۷۲/۶	۷۱/۸	۲	۷۶	۷۴	۲	۵۶/۴	۵۳/۵
۳	-	-	۳	۴۱/۶	۴۹/۳	۳	۷۸	۷۵/۶	x	۵۷/۹	۵۷/۸
۴	۵۳/۵	۵۳/۱	۴	۶۹	۷۰/۵	۴	۶۹/۳	۶۵		-	-
۵	۵۱/۳	۵۰/۲	۵	۵۹/۳	۵۸/۶	x	۷۲/۳	۶۸/۶		-	-
۶	۵۹/۳	۶۲	X	۶۳/۱	۶۴/۱		-	-		-	-
۷	۵۹	۵۸		-	-		-	-		-	-
۸	۴۸	۵۲		-	-		-	-		-	-
۹	۵۱	۵۳		-	-		-	-		-	-
۱۰	۶۴	۶۴		-	-		-	-		-	-
۱۱	۵۳/۵	۵۳		-	-		-	-		-	-
۱۲	۶۴/۱	۶۴/۹		-	-		-	-		-	-
۱۳	۴۲/۵	۴۳/۲		-	-		-	-		-	-
۱۴	۶۱	۵۹/۹		-	-		-	-		-	-
۱۵	۵۰/۱	۴۸/۸		-	-		-	-		-	-
۱۶	۵۳/۱	۶۴/۲		-	-		-	-		-	-
۱۷	۶۲	۶۴		-	-		-	-		-	-
۱۸	۶۲/۲	۶۳/۵		-	-		-	-		-	-
۱۹	۵۰/۱	۴۹/۲		-	-		-	-		-	-
X	۵۵/۸	۵۷/۱		-	-		-	-		-	-

n: شماره مقالات – x: مقدار میانگین - H:Q : میزان ایمبالانس همسترینگ به کوادریسپس مخالف – D: اندام برتر – ND: اندام غیر برتر

جدول۴ : یافته های مطالعات ایمبالانس عضلانی در بین عضلات مفصل شانه، مچ پا، لگن و ران، کتف و آرنج

مشخصات نویسندگان	نوع تحقیق	جمعیت مطالعه شده	ناحیه یا عضو ارزیابی شده	روش ارزیابی	یافته ها و نتایج
Joffrey و همکاران (۲۰)	کوهرت – آینده نگر	۱۸ شناگر زن و مرد نخبه	عضلات رتیتور خارجی/داخلی شانه	ایزوکنتیک (کانسنتریک و اسنتریک) در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه	در انقباض کانسنتریک، میزان(نسبت)ایمبالانس قدرت عضلات رتیتور خارجی/داخلی، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۴ ٪ و ۶۵/۲ ٪ بود. این مقادیر در انقباض استنریک به ترتیب؛۶۲/۹ ٪ ، ۶۷/۵ ٪ بود.
Victorو همکاران (۲۵)	مقطعی	۲۶ بازیکن مرد بزرگسال نخبه	عضلات آبداکتور/ آداکتور ران	ایزمتریک	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات آبداکتور/ آداکتور ران در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۸۹/۰۰ ٪ و ۸۸/۰۰ ٪ بود.
Shawn و همکاران (۲۶)	کوهرت- آینده نگر	۱۴۰ ورزشکار مرد نیروی هوایی تمرین کرده	عضلات اینورتور/اوتور مچ پا	ایزمتریک	میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات اینورتور/اوتور مچ پا، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۲۳/۶ ٪ و ۲۷/۸ ٪ بود.
Cladio و همکاران (۲۷)	مقطعی	۲۸ والیبالیست پسر حرفه ای	عضلات رتیتور داخلی /خارجی شانه	ایزوکنتیک توسط دینامومتر بایودکس	در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات رتیتور داخلی /خارجی، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۷۳ ٪ و ۸۰ ٪ بود. این مقادیر در سرعت۲۴۰متر بر ثانیه، به ترتیب؛ ۷۶ ٪. ۷۴ ٪. بود.
Jeon و همکاران (۳۴)	آینده نگر	۴۹ بازیکن فوتبال بزرگسال	عضلات همسترینگ /کوادریسپس و دورسی فلکسور/ پلانتارفلکسور	ایزوکنتیک توسط دینامومتر	- در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۶۴/۱ ٪ و ۶۴/۹ ٪ بود. در سرعت۱۸۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ /کوادریسپس، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب۷۲/۶ ٪ و ۷۱/۸ ٪ بود. در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات دورسی فلکشن /پلانتار فلکشن، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۲۸/۵ ٪ و ۳۰/۱ ٪ بود. در سرعت ۱۸۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات دورسی فلکشن /پلانتار فلکشن)، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۳۲/۶ ٪ و ۳۲/۳ ٪ بود.
Ayaa و همکاران (۳۵)	کوهرت – آینده نگر	۳۲ ورزشکار بزرگسال مرد	عضلات دورسی فلکشن /پلانتار فلکشن	ایزوکنتیک توسط دینامومتر بایودکس	در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات مخالف دورسی فلکشن /پلانتار فلکشن، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۴۲/۶ ٪ و ۳۸/۷ ٪ بود.
Hwai و همکاران (۳۸)	تحلیلی- مقطعی		عضلات رتیتور خارجی /داخلی	ایزوکنتیک توسط دینامومتر بایودکس	در سرعت۶۰ متر بر ثانیه، و در موقعیت ۴۵ درجه اندام، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات رتیتور خارجی /داخلی، به طور متوسط ۶۲ ٪و در موقعیت ۹۰ درجه اندام، ۶۹ ٪ بود. این مقادیر در سرعت۱۲۰ متر بر ثانیه، به ترتیب ۶۰ ٪ و ۷۸ ٪ بود.
Vedran و همکاران (۳۹)	توصیفی – آزمایشگاهی		عضلات رتیتور خارجی /داخلی	ایزوکنتیک توسط دینامومتر	در سرعت ۶۰ متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات رتیتور خارجی /داخلی، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۷ ٪ و ۶۶ ٪ بود.
Hyo و همکاران (۴۰)	تحلیلی- مقطعی	۱۲ تنیسور مرد ویلچران حرفه ای	عضلات فلکسور/ اکستنسور شانه	ایزوکنتیک توسط دینامومتر	در مفصل شانه و در سرعت۶۰ متر بر ثانیه، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات فلکسور/ اکستنسور، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۷۶/۸ ٪و ۷۲/۸ ٪ بود. این مقادیر در مفصل شانه و در سرعت۱۸۰ متر بر ثانیه، به ترتیب،۷۶/۸ ٪ و ۷۸/۲ ٪ و ۶/۴ ٪ و ۷/۸ ٪ بود. این مقادیر در مفصل آرنج به ترتیب در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ متر بر ثانیه به ترتیب، ۸۹/۸ ٪ و ۷۸ ٪ و ۹۵ ٪ و ۹۴/۹ ٪ بود.
نظری و همکاران (۴۲)	آینده نگر	۴۵ ورزشکار مرد جوان نخبه	عضلات همسترینک/ کوادریسپس و آبداکتور/ آداکتور و دورسی فلکشن /پلانتار فلکشن	ایزوتونیک (کانسنتریک)	در مفصل ران، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات آبداکتور/آداکتور، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۵۹/۴ ٪ و ۶۱/۸ ٪ بود. در مفصل مچ پا، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات دورسی فلکشن/پلانتار فلکشن، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۴۱/۵ ٪ و ۴۹/۱ ٪ بود.
Ann و همکاران (۴۵)	مقطعی	۲۶ ژیمناست جوان نخبه	عضلات آبداکتور/آداکتور	ایزوکنتیک توسط دینامومتر سایبکس	در سرعت خطی ۱۲/۲ سانتی متر بر ثانیه، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت آبداکتور/آداکتور، در اندام برتر و غیر برتر به ترتیب ۸۷ ٪ و ۷۷ ٪ بود. این مقادیر در سرعت ۳۶/۶ سانتی متر بر ثانیه، به ترتیب، ۸۹ ٪ و ۷۷ ٪ بود.

بخش چهارم: میزان(نسبت) ایمبالانس عضلانی در عضلات مفصل لگن و ران

یافته های تحقیق نشان داد ۱۰/۷ ٪ کل مقالات مطالعه، به ارزیابی ایمبالانس عضلات درگیر در مفصل لگن و ران پرداخته اند. از سه مطالعه انجام شده در این زمینه، یک مطالعه بروش ایزومتریک و یک مطالعه بروش ایزتونیک و یک مورد به روش ایزوکنتیک انجام شده بود. دو مورد از این مطالعات از نوع مقطعی- توصیفی و یک مورد آینده نگر بود. از بین این مطالعات، ۲ مقاله به ایمبالانس عضلات مخالف عضلات آبداکتور و آداکتور ران و ۱ مقاله به ایمبالانس مخالف عضلات سرینی مفصل لگن ورزشکاران نخبه پرداخته اند (۴۵، ۴۲، ۲۵) (جدول۴).

بر طبق یافته های تحقیق، در مفصل لگن، میزان (نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات آداکتور/ آبداکتور ران در بین

آزمودنی ها در اندام برتر ۸۹/۲ ٪ و در اندام غیر برتر ۷۵/۴٪ بود.

بخش پنجم: میزان (نسبت) ایمبالانس عضلانی در عضلات مفصل کتف و آرنج

یافته های تحقیق نشان داد ۷ ٪ کل مقالات مطالعه، به ارزیابی ایمبالانس عضلات درگیر در مفصل آرنج و کتف پرداخته اند. هر دو مطالعه انجام شده در این زمینه از نوع مقطعی- تحلیلی بودند (۴۰، ۴۵). هر دو مقاله به روش ایزوکنتیک انجام شده بود. در این مطالعات، یک مقاله به ایمبالانس قدرت عضلات مخالف اکستنسور/ فلکسور آرنج ورزشکاران نخبه پرداخته شده و یک مقاله به ایمبالانس قدرت عضلات دور کننده به نزدیک کننده مخالف کتف پرداخته بود. (جدول۴).

بر طبق این یافته های تحقیق، میزان(نسبت) ایمبالانس قدرت عضلات مخالف اکستنسور به فلکسور آرنج در بین آزمودنی ها اکستنسور/ فلکسور آرنج در اندام برتر ۹۲/۳ ٪ و در اندام غیر برتر ۹۱/۶ ٪ همچنین این میزان ایمبالانس برای عضلات دورکننده/ نزدیک کننده کتف در بین آزمودنی ها در اندام برتر ۸۸/۱ ٪ و در اندام غیر برتر ۷۷٪ بود.

بحث و نتیجه گیری

بررسی مطالعات دو دهه اخیر نشان می‌دهد، مطالعات متعددی درباره ایمبالانس قدرت عضلانی ورزشکاران رشته های مختلف صورت گرفته است. در این مطالعات به ایمبالانس عضلانی مخالف آگونیست / آنتاگونیست و در عضلات متعدد بالا تنه (شانه، کتف و آرنج) و در پایین تنه (زانو، لگن، ران و مچ پا) ورزشکاران نخبه پرداخته شده است (۲۰،۲۱،۲۵،۲۶،۴۵).

یافته های تحقیق نشان داد، در ارزیابی و اندازه گیری میزان ایمبالانس عضلانی، علاوه بر پرداختن به گروه های مختلف عضلانی مذکور، روش ها و ابزارهای بررسی ایمبالانس عضلانی هم متنوع بوده به طوری که این ارزیابی ها، با ۴ روش مختلف ایزوکنتیک (با سرعت های مختلف) – ایزوتونیک (کانسنتریک و اسنتریک) - ایزومتریک و ای ام جی انجام شده بود. با بررسی و مقایسه این روش ها و تکنیک های مختلف هر روش، تفاوت معنی داری بین روش های مذکور مشاهده نشد. ولی این میزان در ارزیابی به روش ایزوکنتیک در سرعتهای بالاتر، بیشتر بود. به طوری که Envier و همکاران (۲۸) میزان ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ به کوادریسپس (H:Q) در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه را، ۶۱ ٪ ولی در سرعت ۲۴۰ درجه بر ثانیه را، ۷۷/۶ ٪ گزارش کرده است. همچنین این نسبت را Peter و همکاران (۳۰) در سرعت ۶۰ درجه در ثانیه، ۵۲ ٪ ولی در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه، ۷۳ ٪ گزارش کرده و این نسبت را Mekhaeil و همکاران (۴۶) در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، ۶۲ ٪ و در سرعت ۳۰۰ درجه بر ثانیه، ۷۳ ٪ گزارش داده است. همچنین Hyo و همکاران (۴۰) میزان ایمبالانس عضلات فلکسور/ اکستنسور شانه را در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه را ۷۱/۸ ٪ و در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه را، ۷۹ ٪ گزارش کرده است (۲۸،۳۰،۴۰،۴۶). با در نظر گرفتن موارد فوق و همچنین با بررسی نتایج مشابه مطالعات دیگر، به نظر می رسد ارزیابی ایزوکنتیک با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، رایج ترین و مناسب ترین تکنیک در بین تکنیک های مختلف آن است (جدول ۳).

مقایسه نتایج بدست آمده از روش های مختلف ارزیابی ایمبالانس قدرت عضلات با روش های چهارگانه ایزوکنتیک، ایزومتریک ، (اسنتریک - کانسنتریک) و ای ام جی ، تفاوت جزئی را در مقادیر نسبی ایمبالانس در گروه های مشابه عضلات نشان داد، به طوری که میزان ایمبالانس قدرت عضلات همسترینگ به کوادریسپس با روش ایزوکنتیک را، Rodrego و همکاران (۳۳) Maros و همکاران (۲۳) و Ji Ho و همکاران (۲۴) و Risenberg و همکاران (۲۹) و Zozana و همکاران (۴۱) و Rynan و همکاران (۳۲) و Keladeyo و همکاران (۳۳) و Alberto و همکاران (۳۷)و Daneshjo و همکاران (۴۱) به ترتیب به میزان ۵۸ ٪ و ۵۴ ٪ و ۵۲ ٪ و ۶۰ ٪ و ۵۵ ٪ و ۵۶ ٪ و ۵۳/۵ ٪ و ۵۹ ٪ و ۵۱ ٪، برآورد کرده اند. این در حالی است که این نسبت را Nazari و همکاران (۴۲) به روش ایزومتریک، به میزان ۶۶ ٪ گزارش کرده اند. تفاوت های اندک و مشابهی بین روش های چهارگانه مذکور در ارزیابی میزان ایمبالانس عضلانی مخالف در اندام های برتر

و غیر برتر(چپ و راست) در همه عضلات بررسی شده، مشاهده می شود (۳۰، ۳۳، ۳۶، ۴۷-۳۴، ۲۷-۲۰).

با مقایسه نتایج کلی بدست آمده از یافته های تحقیق نشان داد، میانگین میزان (نسبت) ایمبالانس عضلانی با در نظر گرفتن روش های مختلف ایزوکنتیک، ایزومتریک، (اسنتریک - کانسنتریک) و ای ام جی موجود، در بین عضلات مخالف (آگونیست / آنتاگونیست) مفاصل هفت گانه بررسی شده به ترتیب زیر بود: در مفصل زانو این میزان برای عضلات همسترینگ/ کوادریسپس به ترتیب؛ ۶۳/۲ ٪ و ۶۱/۸٪ بود. میانگین این مقادیر در مفصل ران برای عضلات دور کننده/ نزدیک کننده به ترتیب؛ ۸۹/۲٪، ۷۵/۴ ٪ بود.. میانگین این مقادیر در مفصل مچ پا برای عضلات دورسی فلکسور/ پلانتارفلکسور به ترتیب؛ ۳۵/۳ ٪، ۳۵/۶ ٪ و برای عضلات چرخش دهنده داخلی/ چرخش دهنده خارجی به ترتیب؛ ۸۳/۵ ٪، ۷۷/۸ ٪ بود. میانگین این مقادیر در مفصل شانه برای عضلات فلکسور/اکستنسور به ترتیب؛ ۷۶/۸ ٪، ۷۲/۸ ٪ و برای عضلات چرخش دهنده خارجی/ چرخش دهنده داخلی به ترتیب؛ ۶۳/۸ ٪، ۷۰/۵ ٪ بود. میانگین این مقادیر در مفصل آرنج برای عضلات اکستنسور/ فلکسوربه ترتیب؛ ۹۲/۳ ٪، ۹۱/۶ ٪ بود. میانگین این مقادیر در مفصل کتف برای نزدیک کننده/ دور کننده به ترتیب؛ ۸۸/۱ ٪، ۷۷ ٪ بود.

با وجود این که، میزان (نسبت) مشخصی – به صورت میانگین- برای ایمبالانس قدرت در تمام عضلات آگونیست / آنتاگونیست در بالاتنه و پایین تنه بدست آمد، به نظر می رسد تفاوت های اندک در مقادیر گزارش شده از مطالعات مختلف، بدلیل گوناگونی روش ها و تکنیک ها بوده است. با در نظر گرفتن ملاحظات فوق، هم از نقطه نظر تعداد گزارشات و هم از نظر دقت مقادیر بدست آمده در ارزیابی های مشاهده شده در مقالات متعدد، ارزیابی ایزوکنتیک با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، رایج ترین و مناسب ترین تکنیک در بین تکنیک های مختلف آن است و نتایج بدست آمده با این روش در گزارشات متعدد بررسی شده در این تحقیق، با هم همخوانی بالایی را نشان دادند.

با مقایسه میزان (نسبت) و مقدار ایمبالانس عضلانی در بین گروه های عضلانی مخالف آگونیست / آنتاگونیست، با روش های چهارگانه ایزوکنتیک، ایزومتریک ، (اسنتریک - کانسنتریک) و ای ام جی، در پایین تنه و در بالاتنه (عضلات در گیر در مفاصل زانو، لگن، ران، مچ پا، کتف، شانه و کتف)، مقادیر متفاوتی بدست آمد، ولی با توجه به متفاوت بودن تعداد و سطح مقطع و ساختار کلی عضلات شرکت کننده در اعمال موافق و مخالف یک حرکت، این تفاوت طبیعی به نظر می رسد. با این حال، ضمن توجه به نوع روش و تکنیک- های ارزیابی ایمبالانس قدرت عضلات، می توان مقادیر نسبی مشخص را به عنوان مقادیر کمی و مرجع در نظر گرفت و در ارزیابی های ایمبالانس عضلانی در گروه های مختلف در بالاتنه و پایین تنه ورزشکاران نخبه، از این مرجع - برای پی بردن به اینکه آیا تفاوت های قدرت عضلانی در حدی است که به عنوان ایمبالانس عضلانی تلقی شود یا نه - استفاده کرد.

همچنین یافته ها نشان داد در ارزیابی ایمبالانس قدرت عضلانی از روش ارزیابی ایزوکنتیک و با تکنیک ۶۰ درجه بر ثانیه بیشتر استفاده کنند. برای انجام مطالعات آینده در زمینه ارزیابی ایمبالانس عضلانی، توصیه می شود محققان علاوه بر ایمبالانس قدرت، به جنبه های دیگر ایمبالانس عضلانی نظیر طول عضله، انعطاف پذیری، دامنه حرکتی مفصل، استقامت عضلانی، و نیمرخ ساختاری بدن ورزشکاران نخبه نیز توجه داشته و آنها را ارزیابی کنند.

منابع

1. David H P. Evaluation and practice of isokinetic movements. Translated by Morteza Shahbazi and Abbas Ali Gaini. Danesh Afrooz Publications. 1999; first edition 110-125.

2. Arab A M. Evaluation of muscle imbalance patterns in patients with chronic low back pain. Research dissertation of physiotherapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences. PhD research thesis Physiotherapy. 1386; 44-49. [Persian]

3. Khodadad H. Sports pathology. Motarjem Publications. 2010; Seventh Edition 151-153. [Persian]

4. Sadeghi H, Bakhshpour M, Khaleqi M, Abbasi A. Relationship of some isocinetic parameters in ankle and knee joints with maximum vertical jump height. Research in sports science 2008; 5-8. [Persian]

5. Al Mickenders, Louis C. Soft Tissue Injury in Sports Medicine. Translated by Hamid Reza Raouf. Publications to the city.2002; first edition.88-92.

6. Grac T G, Sweeteser E.R, Nelson M A, Ydens LR. Isokinetic muscle inbalance and knee-joint injurices. Aprospective blind study. Journal of orthopaedic and sport physical therpy 1984; 7(2). 163-172.

7. Knapik J J, Connie L B, Bruce H J, Jahn MCA, et al. preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injurics in female collegiate athletes. Aemerecan journal of sport medicine 1991; 19(8). 76-81.

8. Bennel K, Wajswelner H, Lew P, Schall A, et al .Isokinetic strength testing does not predict hamstring injurg in australian roules footballers. Journal of orthopaedic and sport physical therpy 1998; 8(2). 309-314.

9. Timothy F, Stephen J, Richard J, malachy P. The associantion of hip strengh and flexiblility with the incidence of adductor musle strains in professional ice hockey players. Journal of sport medicine and athletic trauma 2001; 29. 124-128.

10. odd E O, Myklehust L E, Ingar H, Roald B. Exercises to prevent lower limb injuries in young sports : cluster randomized controlled trial. Journal of sports medicin. 2005; 52(4). 330-449.

11. Peate WF, Karen S F, Kristen B. Core strength : A new model for injurey prediction and prevention. Journal of occupational medicine and toxicology 2007; 10(3). 1745- 1786.

12. o'sullivan k, o' callaigh B- O' Connell k, shafat A. The relation ship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic tree muscle strength of irish gaelic footballers. Journal of sports medicin. 2008; 13(3): 61-69.

13. Ross A C. Hamstring injouries: Risk assessment and injury prevention. Journal of sports medicin 2008: 18(6). 341-346.

14. Yeung S S, Suen A M, Yeuing E W. A prospective cohort study of hamsyring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. Journal of orthopaedic and sport physical therpy 2009; 12(5). 201-210.

15. Phil P, clare C F, Robert L. Assessment and treatment of muscle imbalance. Human kinetics 2010; 758-503.

16. Kannus P, Jarvinen M. Prediction of torque acceleration energy and power of thigh muscle from peak torque. Archves of Medicine and scince in sports and exercise 1989; 21(6): 304-307.

17. Alexander M J L. Peak torque values for antagonist muscle groups and concetric and eccentric contraction types for elite sprinters. Archives of physical medicine and rehabilitation 1990; 71(10): 334-339.

18. Worrell T w, Perrin D H, Gqnsender B, Gieck J H. Compariso isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and non-injured athletes. Journal of orthopedic and sports physical therapy 1991; 13(2). 118-125.

19. Crayton L M, Thomas W. Comparison of Three Methods of Assessing Muscle Strength and Imbalance Ratios of the Knee. Journal of orthopaedic and sport physical therpy 2007; 14(5): 189-205.

20. Joffrey D, Antoine G, Emmanuel R, Henri G, et al. Shoulder Muscle Imbalance as a Risk for Shoulder Injury in Elite Adolescent Swimmers: A Prospective Study. Journal of Human Kinetics 2020; 75(24): 103-113.

21. Rodrigo M, Rodolfo A, Jose I, João C, et al. Muscular Strength Imbalances Are not Associated with Skin Temperature Asymmetries in Soccer Players. journal/ life 2020; 102(10): 339-357.

22. Pietraszewski P, Artur G, Aleksander M, Sylwia M, et al. Muscle Activity Asymmetry of the Lower Limbs During Sprinting in Elite Soccer Players. Journal of Human Kinetics 2020; 75(14). 239-245.

23. Maros K, Tomas M, Mikulas H, Jakub M, et al. Unilateral and Bilateral Strength Asymmetry among Young Elite Athletes of Various Sports. Medicina journal 2020; 56(12): 683-611.

24. Jae Ho P, Hee-jae, Dong Hun Ch, Sok P, et al. Effects of 8-week Pilates training program on hamstring/quadriceps ratio and trunk strength in adolescent baseball players: a pilot case study.

Journal of Exercise Rehabilitation 2020; 16(1): 88-95.

25. Victor M-P, Fabio Y, Violeta S, Emilio F, et al. The acute effect of match-play on hip range of motion and isometric strength in elite tennis players. DOI .peerj 2019; 28(10): 7717-7940.

26. Shawn R E, Marijn K, Caleb D, Branco N, et al. Bilateral Strength Asymmetries and Unilateral Strength Imbalance: Predicting Ankle Injury When Considered With Higher Body Mass in US Special Forcesa. Journal of Athletic Training 2019; 54(5): 497-504.

27. Claudio A, Valentine Z, Rodrigo L ,Marilia S. Profiling Isokinetic Strength of Shoulder Rotator Muscles in Adolescent Asymptomatic Male Volleyball Players. MDOI sports 2019; 51(10): 557-580.

28. Envier T, Ozan A, Berkiye K, Cem K, et al. Side-to-side asymmetry in lower limb strength and hamstring-quadriceps strength ratio among collegiate American football players. The Journal of Physical Therapy Science. J. Phys Ther. Sci 2019; 31(9): 884–888.

29. Risberg M, Katrhrin S, Agnethe N, Grethe M, et al. normative quadriceps and hemstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. Journal of Strength and Conditioning Research 2018; 32(8): 2314-2323.

30. Petr S, Michal L, James J. Muscle Imbalances: Testing and Training Functional Eccentric Hamstring Strength in Athletic Populations. Journal of Visualized Experiments 2018; 135(12): 3791-57508.

31. Zuzana G, Petr S, Jan B, Lucia B, et al. Muscle Strength Variations of Knee Joint Muscles in Elite Female Handball Players after Pre-Season Conditioning. Journal of Human Kinetics 2018; (10). 105-115.

32. Renan F. Rodolfo A D, Fbio Y, Cosme F, et al. isokinetic assessment of muscular strength and balance in Brazilian elite futsal players. International Journal of Sports Physical Therapy 2018; 13(1): 88- 94.

33. Claudio A, Naryana C, Valentine Z, Rodrigo L, et al. isokinetic knee muscle strength profile in Brazilian male soccer futsal, and beach soccer pleyers: a cross sectional study. The International Journal of Sports Physical Therapy 2017; 16(12): 77 - 110.

34. Jeon K, Sungyung C, Byoungdo S. Effects of muscle strength asymmetry between left and right on isokinetic strength of the knee and ankle joints depending on athletic performance level. The Journal of Physical Therapy Science 2016; 28(9): 1289-1293.

35. Aya A, Ghada A, Mohamed, Soheir M, et al. Effect of Wiihabilitation on strength ratio of ankle muscles in adults. The Journal of Physical Therapy Science 2016; (28): 2862-2866.

36. Tomas M, Frantisek Z, Lucia M, Pavol C. The bilateral strength and power asymmetries in untrained boys Open Med 2015;10(4): 224-232.

37. Alberto C, Scott B, Eduardo. Evaluating Injury Risk in First and Second League Professional Portuguese Soccer: Muscular Strength and Asymmetry. The Journal of Human Kinetics 2015; 51: 19-26.

38. Hwai T, Hsing T, Kung Che, Ying Ch, et al. The changes in shoulder rotation strength ratio for various shoulder positions and speeds in the scapular plane between baseball players and non-players. J. Phys. Ther. Sci 2015; 27(7): 1559-1563.

39. Vedran H, Tine S, Matjaˇz V, Goran M, et al. Strength Asymmetry of the Shoulders in Elite Volleyball Players. Journal of Athletic Training 2014; 49(3): 338-344.

40. Hyo B, Seung J, Jee H. Characteristics of upper limb muscular strength in male wheelchair tennis players. Journal of Exercise Rehabilitation 2013; 9(3): 375-380.

41. Daneshjoo A, Rahnama N, Mokhtar A H, Yusof A. Bilateral and Unilateral Asymmetries of Isokinetic Strength and Flexibility in Male Young Professional Soccer Players. Journal of Human Kinetics 2013; 36: 45-53. [Persian]

42. Nazari M H. Jamshidi A. Peeri M. Sadeghi R. et al. Evaluation of muscle strength imbalance around

ankle, knee and pelvic joints is one of the important biomechanical parameters in predicting lower extremity muscle injuries in young elite athletes. Olympic Scientific Research Quarterly 2012; 20(4) 99-113. [Persian]

43. Roy T, Cheung A. Smith Del P. H:Q Ratios and Bilateral Leg Strength in College Field and Court Sports Players. Journal of Human Kinetics volume. 2012; 12(2). 63-71.

44. Kieran O, Brian O, Kevin O, Amir Sh. The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of irish gaelic footballers. BMC Musculoskeletal Disorders 2008; 30(10): 1186-1198.

45. Ann M, Ellen G, Dorien F M Van d, Dirk C, et al. Isokinetic Scapular Muscle Performance in Young Elite Gymnasts. Journal of Athletic Training 2007; 42(4): 458-463.

46. Michelle R, Linda S, Pouran F, Jeffrey A. A Prospective Study of Overuse Knee Injuries Among Female Athletes with Muscle Imbalances and Structural Abnormalities. Journal of Athletic Training 2004; 39(3): 263-267.

47. John M R, Tracey D F, Brian L M. Isokinetic Hamstrings: Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes. Journal of Athletic Training 2001; 36(4): 378-383.