پژوهش در علوم ورزشی شماره ۷، پاییز ۱۳۸۹، صص ۹۲-۷۹

ارتباط فشار وارد بر سر با برخی پارامترهای آنتروپومتریکی، کینماتیکی و کینتیکی در هدینگ فوتبالیست‌های نیمه‌حرفه‌ای

*دکتر حیدر صادقی[۱]، مقداد تیموری[۲]، محمد حیدری[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۷/۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۱/۱۵

چکیده

فوتبال در گروه ورزش‌های برخوردی قرار دارد؛ از این رو بازیکنان آن مستعد آسیب‌های بیشتری هستند. بر اساس گزارش‌های ارائه شده، حدود ۴ تا ۲۲ درصد از کل آسیب‌های فوتبال در سر و گردن اتفاق می‌افتد که علت اصلی آن، برخورد سر با بازیکنان و توپ ذکر شده است. با این فرض که فشار حاصل از هد زدن می‌تواند از علل بروز آسیب‌ها باشد، هدف این تحقیق، ارتباط بین فشار وارد بر سر با برخی پارامترهای آنتروپومتریکی، کینماتیکی و کینتیکی در هدینگ توپ‌های ارسالی از منطقه کرنر و آزاد مستقیم فوتبال است. ۱۶ فوتبالیست نیمه‌حرفه‌ای با میانگین و انحراف استاندارد سن (۱/۹۳±۱۷/۵ سال)، قد (۶/۵۴±۱۷۷/۰۸ سانتی‌متر) و وزن (۴/۹۵±۶۳/۸۸ کیلوگرم) در این تحقیق شرکت کردند. دو دوربین کداک با سرعت ۱۵۰ فریم در ثانیه از آزمودنی‌ها در لحظهٔ هدینگ فیلم‌برداری کردند. هنگام ضربهٔ هدینگ، سرعت توپ و سر افراد بر حسب m/s و تغییر زوایای بدن بر حسب درجه، به‌ترتیب با نرم‌افزارهای «مت‌لب» و «اتوکد» محاسبه و اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فشار وارد بر سر در زمان هد زدن، از دستگاه فشارسنجی استفاده شد که روی پیشانی نصب شده بود. به‌منظور توصیف اطلاعات، از میانگین و انحراف معیار و از روش همبستگی «پیرسون» برای تعیین رابطهٔ بین متغیرها، در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. نتایج نشان داد بین فشار وارد بر سر در ضربات کرنر راست با متغیرهای تحقیق ارتباط معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵)، در حالی که بین فشار وارد بر سر در ضربات کرنر چپ با متغیرهای محیط سر، زاویهٔ سر و فلکشن تنه و در ضربات مستقیم با متغیرهای سن، وزن، درصد چربی و محیط سر همبستگی معنی‌داری مشاهده شد (p<۰/۰۵). نتایج تحقیق مؤید آن است که برای جلوگیری از شدت آسیب در زمان هدینگ، توجه خاص به متغیرهای

۱. استاد دانشگاه تربیت معلم تهران E-mail: sadeghih@yahoo.com
۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی
۳. کارشناس الکترونیک

آنتروپومتریکی، به‌ویژه سن و محیط سر ضروری است. ضمن اینکه با کاهش زاویهٔ سر و تنه در هنگام هدینگ، می‌توان در کاهش فشار وارد بر سر و به تبع آن، کاهش پتانسیل بروز آسیب اقدام کرد. بر اساس نتایج تحقیق به مربیان و بازیکنان توصیه می‌شود به ضربات هدینگ چرخشی، به‌ویژه ضربات چرخشی سر از سمت راست به چپ، توجه بیشتری نمایند.

کلیدواژه‌های فارسی: **فوتبال، هدینگ، فشار وارد بر سر، پارامترهای آنتروپومتریکی، کینتیکی و کینماتیکی.**

مقدمه

فوتبال یکی از پرطرفدارترین ورزش‌های جهان است. بر اساس گزارش فدراسیون جهانی فوتبال، حدود ۲۵۰ میلیون نفر در جهان، به‌طور منظم فوتبال بازی می‌کنند و هر روز بر تعداد علاقه‌مندان این رشته افزوده می‌شود (۱). یکی از عوامل زیبایی این رشته، وجود تکنیک‌های مختلف استفاده از اندام‌های بدن برای حمل یا ضربه به توپ در محیطی رقابتی است. ضربهٔ سر به توپ (هدینگ) یکی از این مهارت‌هاست که بازیکنان در طول بازی، چه در موضع حمله و چه در دفاع، هنگام دویدن، پرش عمودی یا شیرجه زدن آن را اجرا می‌کنند. اجرای مهارت هدینگ مستلزم تمرین مناسب و هماهنگی کل بدن در زمان تماس توپ با جلوی سر (استخوان پیشانی) است. هدینگ معمولاً با حرکت فعال اولیهٔ اکستنشن پشتی تنه همراه است. طی این حرکت، بالاتنه رو به جلو قرار می‌گیرد. بالاتنه (سر،گردن و تنه) در حالی که چانه جلوی قفسهٔ سینه واقع شده است، به صورت یک واحد عمل می‌کند (۲). حرکت بدن به عقب این توانایی را به بازیکن می‌دهد که حرکت رو به جلوی وی -هنگام سر زدن- با سرعت بیشتری صورت گیرد. در واقع، قدرت ضربهٔ سر به‌وسیلهٔ حرکت تنه و خم‌کننده‌های ران به‌وجود می‌آید (۳)، در حالی که دست و پای بازیکنان با توجه به تکنیک فرد، نقش حمایتی از سر و صورت را بر عهده می‌گیرد.

با توجه به مطالعات انجام شده دربارهٔ آسیب‌های تمرینات ورزشی، اهمیت نقش هدینگ در آسیب‌های مغزی بیش از گذشته روشن شده است. فرنگئولی[1] (۱۹۹۱) در بررسی آسیب‌های سر و گردن افرادی که بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ تحت درمان قرار گرفته بودند، نتیجه‌گیری کرد که از ۲۰۸ مصدوم ورزشی، ۲۲/۷٪ دچار آسیب‌های سر و گردن بودند که ۶۵٪ آنها در فوتبال روی داده بود (۴). تیسور[2] (۱۹۹۲) در تحقیقی دامنهٔ آسیب‌های سر و

1. Frenguelli
2. Tysvaer

گردن در فوتبال ۴ تا ۲۲ درصد بیان شد (۵) که در مورد علت اصلی بروز آن اتفاق نظر وجود ندارد (۶).

در بیشترین موقعیت‌های هدینگ در فوتبال، سرعت ۱۸/۰۵ m/s است که اگر چنین توپی به مدت ۱۰/۲۳ msec به سر بازیکنی برخورد کند، نیرویی برابر ۸۱۵ N- ۹۱۲ و شتاب ۳۰ g- ۵۵ تولید می‌کند (۷). بروهل[1] (۱۹۹۷) این فشار را برای بازیکنان جوانی که به توپ‌هایی با سرعت m/s ۸/۹۳- ۲۲/۳۴ ضربه می‌زنند، ۱۰۰ پوند (۴۴۴ نیوتن) اعلام کرد (۸)، در حالی که مونتو[2] (۲۰۰۲) این میزان فشار را بین ۵۰۰- ۱۲۰۰ نیوتن گزارش کرد (۹). زیوجسکی[3]، با استفاده از مدل کامپیوتری طراحی شده نتیجه گرفت که برخورد توپ ۱۵۰- ۲۰۰ پوند (۶۶۶- ۸۸۸ نیوتن) نیرو به سر وارد می‌کند که این مقدار نیرو، کمتر از مقدار واقعی آن در فوتبال است (۱۰)، در حالی که نانهیم[4] و همکارانش (۲۰۰۰) حداقل نیرویی را که باعث تصادم مغزی می‌شود، ۴۰۰-۶۰۰ نیوتن گزارش کردند (۱۱). دلانی[5] (۲۰۰۴) آسیب‌های سر در فوتبال را بازبینی و متغیر سن افراد را از عوامل مهم در کاهش آسیب ذکر کرد؛ زیرا با افزایش سن، علاوه بر بلوغ، آناتومی سر و ضخیم شدن جمجمه، عضلات گردن نیز قوی‌تر شده و در پراکندگی نیروی وارد بر سر بیشتر سهیم می‌شوند (۱۲). مهنرت[6] و همکارانش (۲۰۰۵) به بررسی عمل هدینگ از جنبه‌های مختلف پرداخته، اشاره کردند که اگر نسبت جرم سر به توپ کم شود، خطر آسیب در هدینگ افزایش می‌یابد؛ در نتیجه جرم سر بازیکنان را از عوامل مهم در کاهش نیروی وارد بر سر ذکر کردند (۱۳). تایرنی[7](۲۰۰۸) در مطالعه‌ای شتاب سر را در ضربهٔ هدینگ بررسی کرد و به این نتیجه رسید که در میان متغیرهای محیط گردن، قدرت عضلات خم‌کننده و بازکننده، جرم و طول سر و گردن، جرم مهم‌ترین نقش را در کاهش شتاب سر دارد (۱۴). سونامی و ماریاما[8] (۲۰۰۸) (۲۰۰۸) تحقیقی روی شش فوتبالیست انجام دادند که دست‌کم ۱۰ سال سابقهٔ بازی داشتند. در این پژوهش حرکت سر، تنه، فعالیت عضلات و زوایای مفصلی آزمودنی‌ها در ضربات هدینگ قدامی و جانبی تجزیه و تحلیل شد. وسایل اندازه‌گیری دوربین فیلم‌برداری و دستگاه الکترومایوگراف بود. نتایج نشان داد عضلات جناغی- چنبری- پستانی در حالت قبل از تماس،

1. Bruhl
2. Monto
3. Ziejewski
4. Naunheim
5. Delaney
6. Mehnert
7. Tierney
8. Sunami & Maruyama

به میزان بیشینهٔ فعالیت خود رسیدند و میزان فعالیت آنها در تماس جانبی بیشتر از قدامی بود. عضلهٔ ذوذنقه نیز قبل از تماس به اوج بیشینه رسید، ولی در تماس قدامی سر فعالیتش بیشتر بود. زاویهٔ سر در تماس مستقیم و جانبی به‌ترتیب ۱/۹۴±۸۷/ ۲ و ۶/۱۷±۱۶/۷۹ درجه و زاویهٔ تنه در این دو حالت، به‌ترتیب ۶/۲۴ ± ۸/۰۲ و ۰/۹۱± ۱۰/۴۷درجه تغییر داشت (۱۵).

همواره، این سؤال وجود داشته که دلیل آسیب‌های سر و گردن، اثر فشار ناشی از هدینگ با تکنیک صحیح است یا برخوردهای تصادفی و سقوط‌ها. با قبول فرض اول، هدف از انجام پژوهش حاضر تعیین ارتباط فشار وارد بر سر با برخی شاخص‌های آنتروپومتریکی، کینماتیکی و کینتیکی فوتبالیست‌های نیمه‌حرفه‌ای در هدینگ توپ‌های ارسالی از منطقه کرنر و آزاد مستقیم فوتبال است.

روش‌شناسی پژوهش

۱۶ فوتبالیست، با سابقهٔ شش سال بازی باشگاهی و عضو تیم‌های منطقه‌ای که سه تا پنج جلسه در هفته، تمرین اختصاصی داشتند، با میانگین و انحراف معیار سن ۱/۹۳±۱۷/۵ سال، قد ۶/۵۴±۱۷۷/۰۸ سانتی‌متر، وزن ۴/۹۵±۶۳/۸۸ کیلوگرم به عنوان آزمودنی در این تحقیق شرکت کردند.

بعد از هماهنگی با مسئولان تیم‌های مربوط، مراجعه به محل تمرینات و توضیح دربارهٔ هدف تحقیق، آزمودنی‌ها فرم حاوی اطلاعات شخصی و رضایت‌نامه را تکمیل کردند. اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک شامل، قد، وزن، محیط سر، چربی زیرپوستی بود. حداکثر قدرت عضلات گردن آزمودنی‌ها، به‌وسیلهٔ ترازوی دیجیتالی با دقت ۱۰ گرم اندازه‌گیری شد که با توجه به قد افراد به دیوار رختکن متصل بود. برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن از روش چهارنقطه‌ای (جلوبازو، پشت بازو، پشت کتفی و شکمی) و فرمول‌های مندرج در کتابچهٔ همراه کالیپر استفاده شد (۱۶). وزن سر افراد با فرمول ذیل، بر حسب نیوتن محاسبه شد (۱۷):

وزن سر افراد = ۰/۰۲۳ × (وزن افراد به نیوتن) + ۱۸/۷۰

دو دوربین فیلم‌برداری هندی‌کم در محوطهٔ جریمه زمین چمن روباز در ارتفاع ۲/۵ متری و فاصلهٔ ۱۰ متری آزمودنی‌ها قرار گرفت. زاویهٔ قرارگیری دوربین‌ها نسبت به مسیر حرکت توپ، تقریباً ۹۰ درجه در نظر گرفته شد، به نحوی که بتواند از حرکت توپ‌های ارسالی فیلم‌برداری کند. دستگاه فشارسنج به پیشانی آزمودنی‌ها وصل شد. فشار هوای داخل دستگاه به گونه‌ای تنظیم شد که در هنگام تماس با توپ، فقط فشار وارد به دستگاه، اندازه‌گیری شود و از تماس مستقیم توپ با پیشانی جلوگیری کند. دستگاه فشارسنج فرستنده‌ای داشت که اطلاعات را به

کامپیوتر انتقال می‌داد و نرم‌افزار مربوط این اطلاعات را ذخیره می‌کرد. اطلاعاتی مورد قبول قرار گرفت که عدد فشار آن در کامپیوتر ثبت و صحنهٔ مورد نظر فیلم‌برداری شده باشد.
از بازیکن سانتر خواسته شد سه بار از نقطهٔ کرنر راست و چپ، توپ را به درون محوطهٔ ۶×۶ مشخص شده، ارسال کند و از آزمودنی‌ها خواسته شد توپ ارسالی را با ضربهٔ سر وارد دروازه کنند (جهت راست و چپ بودن کرنرها بر اساس موقعیت قرارگیری آزمودنی‌ها مشخص شد). سپس، بازیکن سانتر سه بار دیگر توپ را با ضربهٔ آزاد مستقیم، به همان محوطه سانترکرد و آزمودنی‌ها توپ را با سر دفع کردند.
اطلاعات به‌دست آمده از دستگاه فشار سنج توسط یک گیج فشارسنج کالیبره شد تا تناسب بین اعداد ثبت شده توسط کامپیوتر و فشار داخل کیسهٔ هوا به‌دست آید. با استفاده از این روش، در کنار کالیبره کردن دستگاه، به نوعی اعتبارسنجی دستگاه نیز انجام شد. ضریب همبستگی بین اعداد به‌دست آمده از فشارسنج و ارتباط آن با نتایج حاصل از گیج فشارسنج برابر با ۰/۹ بود که بالا بودن اعتبار دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. پایایی دستگاه اندازه‌گیری فشارسنج با روش آزمون و آزمون مجدد و بهره‌گیری از روش آماری پیرسون برای تعیین میزان همبستگی بین نتایج آزمون‌ها محاسبه شد. میانگین ضریب همبستگی به‌دست آمده برای ارتباط نتایج آزمون بار سری اول با سری دوم، سری دوم با سوم و سری اول با سوم برابر با ۰/۶ بود که بیانگر پایایی خوب نتایج است. برای تبدیل اطلاعات مربوط به فشار وارد بر سر به واحد نیوتن، ابتدا حسگر در حالت غیرفعال روی ترازو قرار داده شد. سپس با توپ فوتبالی به دستگاه، فشار وارد شد و به ازای بالا رفتن هر واحد در حسگر، وزن به‌دست آمده (بر حسب کیلوگرم) یادداشت شد. با چندین بار تکرار، فرمول زیر به‌دست آمد و سپس اعداد به‌دست آمده از دستگاه فشارسنج (x)، به واحد نیوتن تبدیل شد.

$$P\ (Newton) = (-۶۲+ [\ (۰/۱\times x) \times ۸]) \times ۱۰$$

اطلاعات جمع‌آوری شده توسط دوربین‌ها با پسوند mov در نرم‌افزار متلب[1] پردازش شد. سپس، با توجه به برنامهٔ نوشته شده، دو نقطهٔ نزدیک به برخورد توپ با سر در فیلم ثابت شده و مختصات آنها ثبت شد. برای تبدیل پیکسل (واحد اندازه‌گیری نرم‌افزار متلب) به متر، اندازهٔ توپ بر حسب پیکسل در تصویر ثابت شده محاسبه شد، سپس با داشتن اندازهٔ واقعی توپ، پیکسل به متر تبدیل شد. از مختصات دو نقطه، میزان جابه‌جایی بر حسب متر حساب شد. سپس با داشتن زمان آن فاصله، سرعت لحظه‌ای بر اساس فرمول $\mathbf{v = x/t}$ محاسبه گردید.

1. Matlab

عکس‌های لحظهٔ برخورد توپ با سر به محیط نرم‌افزار اتوکد[1] منتقل شد. با استفاده از آیکون‌های مربوطه، نقاط آناتومیکی بدن شامل: لالهٔ گوش، زائدهٔ آخرمی، ستیغ خاصره، برجستگی بزرگ ران، کندیل خارجی زانو، قوزک خارجی‌پا و انگشت پنجم کف‌پایی مشخص و به هم متصل شد. سپس، با استفاده از قابلیت محاسباتی زوایا در نرم‌افزار اتوکد، زوایای سر (زاویهٔ بین خط ایجاد شده توسط نقاط لالهٔ گوش زائدهٔ آخرمی کتف و خط عمود بر آن)، تنه (زاویهٔ بین خط ایجاد شده توسط زائدهٔ آخرمی کتف، ستیغ خاصره و خط عمود بر آن)، ران (زاویهٔ بین خط ایجاد شده توسط برجستگی بزرگ ران، کندیل داخلی زانو و خط عمود بر آن) اندازه‌گیری شد.

از آمار توصیفی برای طبقه‌بندی و تنظیم داده‌ها، تعیین شاخص مرکزی (میانگین) و شاخص پراکندگی (انحراف معیار) و ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین میزان ارتباط بین متغیرها در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

در جدول۱ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مربوط به سرعت سر و توپ، در دو حالت قبل و بعد از هدینگ ضربات مستقیم آورده شده است. اطلاعات مربوط به ضربات کرنر، به دلیل محاسبه نشدن در مرحلهٔ بعد از هدینگ، حذف شد. نتایج نشان داد سرعت توپ و سر، بعد از ضربهٔ هدینگ، به‌ترتیب ۶/۰۷٪ و ۳۸/۸۵٪ کاهش یافت.

جدول ۱. میانگین (انحراف استاندارد) متغیرهای مربوط به سرعت، قبل و بعد از ضربهٔ هدینگ مستقیم

پارامتر وضعیت ضربه	سرعت توپ (m/s)	اندازهٔ حرکت توپ (kg.m/s)	سرعت سر (m/s)	اندازهٔ حرکت سر (kg.m/s)
قبل از ضربه	۱۷/۹۹ (۲/۳۶)	۵/۴۰ (۰/۷۱)	۳/۶۱ (۱/۵۱)	۷/۴۰ (۴/۹۷)
بعد از ضربه	۱۵/۹۳ (۳/۱۴)	۴/۵۹ (۱/۳۵)	۱/۵۹ (۰/۸۲)	۵/۹۵ ۳/۰۳

نتایج تحقیق در ضربات کرنر نشان داد ۸۵/۳۷٪ ضربات با جلوی پیشانی صورت گرفت، در حالی که توپ‌ها از دو طرف به روی دروازه سانتر می‌شد. ۶۳/۶۴٪ ضربات در کرنر چپ و ۶۶/۶۶٪ ضربات در کرنر راست، با قسمت قدامی پیشانی زده شد که بیانگر این است که اغلب

1. AUTOCAD

آزمودنی‌ها با چرخش یا بدون چرخش سر، با قسمت قدامی پیشانی ضربه می‌زدند با کنارهٔ سر به توپ ضربه نزدند.

میانگین، انحراف استاندارد و ضرایب همبستگی فشارهای وارد بر سر با شاخص‌های آنتروپومتریکی، کینماتیکی و کینتیکی آزمودنی‌ها در ضربات کرنر راست و چپ و مستقیم، در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بین تمام متغیرهای تحقیق با فشار وارد در ضربات کرنر راست ارتباطی دیده نشد ($p>0/05$)، در صورتی که در ضربات کرنر چپ و آزاد مستقیم روابط معنی‌داری دیده شد ($p<0/05$). نتایج مشخص کرد فشار وارد بر سر آزمودنی‌ها در مجموع ضربات کرنر چپ، بیشتر از طرف راست (۳/۲۶٪) بود. همچنین این میزان فشار در ضربات مستقیم، در مقایسه با کرنر چپ و راست، به‌ترتیب ۶/۵۰٪ و ۹/۷۴٪ بیشتر بود. همچنین نتایج نشان داد میزان فشار در ضربات کرنر چپ و راست دوم، در مقایسه با کرنر اول، به‌ترتیب، ۴/۰۱٪ و ۳/۵۶٪ و سوم نسبت به دوم ۶/۱۸٪ و ۱/۲۶٪ افزایش داشت، در صورتی که میزان فشار در ضربات آزاد مستقیم دوم، نسبت به اول ۱/۹۵٪ و سوم نسبت به دوم ۱۵٪ کاهش داشت.

نتایج نشان داد میانگین سرعت توپ‌های ارسالی از سمت کرنر راست، در مقایسه با کرنر چپ و آزاد مستقیم، به‌ترتیب ۱/۴۷٪ و ۲/۹۷٪ و سرعت توپ‌های ارسالی در ضربات آزاد مستقیم، در مقایسه با کرنر چپ ۱/۵۲٪ بیشتر بود. همچنین سرعت سر افراد در برخورد با توپ‌های ارسالی در ضربات مستقیم، نسبت به کرنر راست و چپ، به‌ترتیب ۷/۶۰٪ و ۱۱/۰۸٪ و در کرنر راست نسبت به چپ، ۳/۵۱٪ افزایش داشت.

نتایج نشان داد آزمودنی‌ها ۲۵٪ ضربات کرنر را بدون پرش، ۳۲/۵٪ ضربات را به‌صورت پرش درجا، ۴۱/۳٪ ضربات را به‌صورت پرش رو به جلو و تنها ۱/۲٪ ضربات را به‌صورت شیرجه‌ای انجام دادند. همچنین آزمودنی‌ها، ۱۷/۹۰٪ ضربات مستقیم را بدون پرش، ۴۳/۶۰٪ ضربات را به‌صورت پرش درجا و ۳۸/۵۰٪ ضربات را به‌صورت پرش رو به جلو انجام دادند.

جدول۲. ضریب همبستگی متغیرهای تحقیق در ضربات کرنر چپ، راست و آزاد مستقیم

		کرنر از سمت چپ			کرنر از سمت راست			آزاد مستقیم		
		میانگین (انحراف استاندارد)	فشار ۷۸۳/۹۴ (۱۹۸/۴۸) ضریب	فشار ۷۸۳/۹۴ (۱۹۸/۴۸) سطح معنی‌داری	میانگین (انحراف استاندارد)	فشار ۷۳۴/۴۴ (۲۲۰/۶۱) ضریب	فشار ۷۳۴/۴۴ (۲۲۰/۶۱) سطح معنی‌داری	میانگین (انحراف استاندارد)	فشار ۸۹۳/۰۵ (۲۰۸/۸۶) ضریب	فشار ۸۹۳/۰۵ (۲۰۸/۸۶) سطح معنی‌داری
سن (سال)		۲۰ (۵/۱۷)	-۰/۲۵	۰/۱۴	۲۰ (۵/۱۷)	-۰/۰۹	۰/۶۱	۲۰ (۵/۱۷)	۰/۴۳** -	۰/۰۱
جرم بدن (kg)		۶۷/۶۶ (۸/۴۹)	-۰/۲۰	۰/۲۵	۶۷/۶۶ (۸/۴۹)	-۰/۱۹	/۳۰ ۰	۶۷/۶۶ (۸/۴۹)	-۰/۳۸*	۰/۰۲
محیط سر (cm)		۵۶/۳۷ (۱/۸۷)	-۰/۳۶*	۰/۰۳	۵۶/۳۷ (۱/۸۷)	-۰/۲۳	/۱۸ ۰	۵۶/۳۷ (۱/۸۷)	۰/۵۰** -	۰/۰۰
درصد چربی (%)		۱۲/۲۹ (۳/۳۴)	-۰/۲۱	۰/۲۱	۱۲/۲۹ (۳/۳۴)	-۰/۰۱	/۹۷ ۰	۱۲/۲۹ (۳/۳۴)	-۰/۳۹*	۰/۰۲
سرعت توپ (m/s)		۱۷/۴۶ (۲/۵۲)	-۰/۰۵	۰/۷۷	۱۸/۵۲ (۲/۱۷)	-۰/۰۴	/۸۲ ۰	۱۷/۹۹ (۲/۳۶)	۰/۱۸	۰/۲۹
سرعت سر (m/s)		۲/۸۹ (۱/۵۳)	۰/۲۷	۰/۱۵	۳/۱۰ (۱/۴۵)	۰/۱۴	/۴۴ ۰	۳/۶۱ (۱/۵۱)	۰/۰۸	۰/۶۵
زاویهٔ سر (درجه)		۶۶/۳۷ (۲۳/۰۱)	۰/۳۸*	۰/۰۳	۲۶/۶۶ (۱۸/۷۱)	-۰/۱۳	/۴۹ ۰	۵۹/۹۴ (۲۰/۱۷)	-۰/۲۹	۰/۱۱
زاویهٔ تنه (درجه)	فلکشن	۱۹/۴۳ (۱۴/۹۲)	۰/۴۲*	۰/۰۲	۱۵/۹۰ (۱۳/۸۱)	-۰/۲۷	/۱۵ ۰	۱۴/۳۲ (۱۲/۰۱)	-۰/۱۷	۰/۴۳
زاویهٔ تنه (درجه)	اکستنشن	***	***	***	۱۳/۰۸ (۹/۰۱)	۰/۳۱	/۳۸ ۰	۲۲/۶۷ (۹/۴۱)	-۰/۱۹	۰/۶۲
زاویهٔ ران (درجه)	فلکشن	۲۵/۵۷ (۱۸/۲۷)	۰/۲۴	۰/۲۸	۲۶/۳۰ (۲۳/۹۷)	۰/۰۸	/۷۸ ۰	۳۳/۱۸ (۱۹/۲۸)	۰/۳۳	۰/۱۶
زاویهٔ ران (درجه)	اکستنشن	***	***	***	۱۰/۷۵ (۱۱/۴۴)	-۰/۳۰	۰/۴۶	***	***	***
قدرت عضلات بازکنندهٔ گردن (kg)		۱۲/۴۱ (۲/۹۵)	-۰/۲۵	۰/۱۴	۱۲/۴۱ (۲/۹۵)	-۰/۱۱	/۵۲ ۰	۱۲/۴۱ (۲/۹۵)	-۰/۱۱	۰/۵۱

*همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۱، *** حذف داده‌ها به علت تعداد کم

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش، تعیین ارتباط فشار وارد بر سر با برخی متغیرهای آنتروپومتریکی (سن، جرم بدن، محیط سر و درصد چربی بدن)، کینماتیکی (سرعت توپ و سر، زوایای مفصلی

آزمودنی‌ها) و کینتیکی (قدرت عضلات بازکنندهٔ گردن) فوتبالیست‌های نیمه‌حرفه‌ای در هدینگ ضربات کرنر و آزاد مستقیم فوتبال بود.

نتایج نشان داد بین فشار وارد بر سر با سن آزمودنی‌ها، فقط در ضربات آزاد مستقیم، همبستگی منفی و بسیار بالایی وجود دارد (P= -۰/۴۳) که با یافته‌های دلانی و همکاران (۲۰۰۴) و مهنرت و همکاران (۲۰۰۵) هم‌خوانی دارد (۱۲، ۱۳)؛ زیرا با افزایش سن، علاوه بر بلوغ آناتومی سر و ضخیم شدن جمجمه، عضلات گردن نیز قوی‌تر شده و در پراکندگی نیروی وارد بر سر بیشتر سهیم می‌شوند. همچنین می‌توان احتمال داد که هر چه سن فوتبالیست‌ها بالاتر می‌رود، تجربه و سطح مهارت آنها نیز پیشرفت می‌کند؛ در نتیجه نیروی وارد بر سر کاهش می‌یابد.

در مورد ارتباط فشار وارد بر سر با وزن کل بدن، در ضربات مستقیم همبستگی منفی بالایی مشاهده شد (P= -۰/۳۸). این یافته‌ها با نتایج دلانی و همکاران (۲۰۰۴)، مهنرت و همکاران (۲۰۰۵) و تایرنی و همکاران (۲۰۰۸) هم‌خوانی دارد (۱۲- ۱۴)؛ بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که چون جرم توپ تقریباً ثابت است؛ هرچه وزن افراد بیشتر باشد، وزن سر افراد و اندازهٔ حرکت آن بیشتر می‌شود و در برخورد با توپ، کمتر از توپ تأثیر می‌گیرد.

نتایج نشان داد ارتباط منفی بالایی بین فشار وارد بر سر با محیط سر در ضربات کرنر چپ (P= -۰/۳۶) و آزاد مستقیم (P= -۰/۵۰) وجود دارد. در این مورد، تحقیقی یافت نشد تا نتایج تحقیق با آن مقایسه شود، ولی با توجه به فرمول‌های ریاضی می‌توان این ارتباط را توجیه کرد؛ زیرا طبق فرمول فشار، هرچه محیط سر یا سطح مقطع برخورد بیشتر باشد، فشار کمتری بر سر وارد می‌شود؛ در نتیجه هر چه افراد سطح پیشانی وسیع‌تری داشته باشند، هنگام ضربهٔ هدینگ نیروی کمتری بر سر آنها وارد می‌شود.

بر اساس نتایج، فشار وارد بر سر با درصد چربی زیر پوستی، فقط در ضربات مستقیم، همبستگی منفی دارد. در این مورد نیز پژوهشی یافت نشد تا نتایج با آن مقایسه شود. با توجه به این یافته‌ها می‌توان احتمال داد که چربی زیر پوستی علاوه بر اینکه عایق حرارتی بدن (۱۸) است، نقش ضربه‌گیری دارد؛ بنابراین در فوتبالیست‌هایی که چربی زیر پوستی بیشتری دارند، احتمال اثر نیرو و در پی آن، آسیب‌های سر و گردن کمتر است.

بین سرعت توپ با فشار وارد بر سر، در ضربات کرنر چپ و مستقیم ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). نتایج این تحقیق با نتایج نانهیم و همکاران (۲۰۰۳) هم‌خوانی نداشت (۱۹)؛ زیرا وی نتیجه‌گیری کرده بود که هرچه سرعت توپ بالاتر باشد، اندازهٔ حرکت آن بیشتر و در هنگام ضربه، فشار بیشتری بر سر وارد می‌شود. دو احتمال برای معنی‌دار نبودن این ارتباط

وجود دارد: اول اینکه متغیر سرعت، در مقایسه با عوامل دیگر، عامل تأثیرگذاری در فشار وارد بر سر نمی‌باشد. این احتمال از نتایج تحقیق حاضر برداشت می‌شود و باید در آزمایش‌های بعدی مورد توجه محققان قرار گیرد، احتمال دوم زاویهٔ قرارگیری دوربین‌ها است؛ زیرا برای سنجیدن متغیر سرعت توپ یا هر جسم دیگر با این روش، باید دوربین‌ها دقیقاً عمود بر حرکت توپ یا هر جسم دیگر باشد. از آنجا که آزمودنی‌های این تحقیق در ضربهٔ توپ به سر محدودیت نداشتند، مهارت هدینگ را با زوایای گوناگونی انجام می‌دادند؛ در نتیجه، زاویهٔ ۹۰ درجه در بیشتر موقعیت‌ها رعایت نشد، اما این زاویه در ضربات مستقیم رعایت شد؛ بنابراین اگر این متغیر در فشار ناشی از هدینگ اهمیت داشت، باید در ضربات مستقیم، ارتباطی مشاهده می‌شد. نتایج نشان داد بین سرعت سر و فشار وارد بر سر در ضربات کرنر چپ و مستقیم هیچ ارتباط معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). پژوهشی یافت نشد تا نتایج تحقیق با آن مقایسه شود. در مورد علت معنی‌دار نبودن داده‌ها می‌توان توضیحات قبلی در مورد سرعت توپ را بیان کرد.

نتایج تحقیق در مورد زوایای مفصلی اندام فوقانی با تحقیق سونامی و ماریاما (۲۰۰۸) هم‌خوانی نداشت (۱۵). علت ناهم‌خوانی را احتمالاً می‌توان متفاوت بودن شیوهٔ اندازه‌گیری و تعیین زوایای مفصلی بیان کرد. اگرچه نقاط مفصلی مشخص شده در این دو تحقیق یکسان بود، ولی در تحقیق حاضر نقاط یک سمت بدن ارزیابی شد، در حالی که در تحقیق سونامی، نقاط دو سمت بدن مشخص و به هم متصل شد؛ بنابراین همخوان نبودن نتایج قابل پیش‌بینی است. همچنین آزمون آماری مشخص کرد که فقط در ضربات کرنر چپ، بین فشار وارد بر سر با زاویهٔ سر و فلکشن تنه، ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد (به ترتیب، P=/۴۲، ۰/۳۸) و در ضربات دیگر رابطهٔ معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج ضربهٔ کرنر، هرچه زاویهٔ سر و فلکشن تنه بیشتر باشد، فشار وارد بر سر افزایش می‌یابد و احتمال آسیب‌دیدگی سر بیشتر می‌شود، اما بر اساس نتایج ضربات دیگر، می‌توان به این تفسیر احتمالی اشاره کرد که شیوه و تکنیک هد زدن در کم شدن فشار وارد بر سر بی‌اهمیت است، در حالی که در اغلب تحقیقات قبلی که دونالد و همکاران (۲۰۰۱) و دلانی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کرده‌اند، خلاف این موضوع ثابت و تکنیک هد زدن از عوامل مهم کاهندهٔ نیروی وارد بر سر و مغز اعلام شده است. این تفاوت را می‌توان با مهارت نداشتن آزمودنی‌های این تحقیق توجیه کرد؛ زیرا در ارزیابی انجام شده توسط سه مربی سطح بالا، میانگین نمرات آزمودنی‌ها در مهارت هدینگ، کمتر از متوسط بود؛ در نتیجه ارتباط نداشتن این دو متغیر (زوایای مفصلی و فشار) قابل توجیه می‌باشد.

نتایج تحقیق مشخص کرد بین فشار وارد بر سر با قدرت عضلات بازکنندهٔ گردن ارتباط معنی‌داری وجود ندارد (P< ۰/۰۵) اگرچه این ارتباط منفی بود. این یافته با نتایج تحقیق دلانی و همکاران (۲۰۰۴) و مهنرت و همکاران (۲۰۰۵) هم‌خوانی نداشت؛ زیرا آنها اعلام کردند که هر چه قدرت عضلانی بازیکنان بیشتر باشد، فشار وارد کمتر می‌شود و آسیب‌های رایج کاهش می‌یابد. در مورد نتایج تحقیق این احتمال وجود دارد که آزمودنی‌ها قدرت عضلات زیادی نداشتند تا فشار هدینگ را کاهش دهند. قدرت عضلانی ۱۵ آزمودنی تحقیق تایرنی و همکارانش (۲۰۰۸) ۳/۰۵±۱۵/۸۸ کیلوگرم بود، در حالی که قدرت عضلات گردن آزمودنی‌های تحقیق حاضر ۲/۹۵±۱۲/۴۱ کیلوگرم بود. برای بررسی احتمال تأثیر کم بودن قدرت عضلانی بر کاهش فشار وارد بر سر، مشاهده‌ای موردی در آزمودنی‌ها انجام شد و نتایج نشان داد یکی از آزمودنی‌های تحقیق با قدرت عضلات ۱۷ کیلوگرم، فشاری کمتر از ۶۰۰ نیوتن را در تمام ضربات تحمل کرد؛ بنابراین به نظر می‌رسد، ارزیابی نقش قدرت عضلات و فشار وارد بر سر نیازمند تحقیقات دیگری باشد.

نتایج آماری در ضربات کرنر چپ نشان داد درصد چربی، وزن و سن با فشار، همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار دارند. از آنجا که فشار وارد بر سر در ضربات کرنر چپ کمتر از ضربات آزاد مستقیم است، به نظر می‌رسد علت بروز این نتایج، کم اهمیت بودن این عوامل در فشار حاصل از هدینگ باشد؛ بنابراین احتمالاً، متغیرهای محیط سر و سن بازیکنان، از مهم‌ترین شاخص‌های آنتروپومتریکی کاهندهٔ فشار وارد بر سر باشد.

نتایج آماری در ضربات کرنر راست مشخص کرد بین متغیرهای تحقیق با فشار حاصل از هدینگ رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد، در حالی که در کرنر چپ، متغیرهای زاویهٔ سر، تنه و محیط سر و در ضربات آزاد مستقیم، متغیرهای محیط سر، درصد چربی زیر پوستی، جرم و سن آزمودنی‌ها رابطهٔ معنی‌داری با فشار داشتند. در کرنر راست، توپ از سمت راست آزمودنی سانتر شد و افراد برای ضربه زدن به توپ با جلوی پیشانی، سر خود را از سمت راست به چپ می‌چرخاندند. به همین ترتیب، افراد در ضربات کرنر چپ، این عمل را از چپ به راست انجام دادند. پس می‌توان این احتمال را داد که عدم مشاهدهٔ ارتباط معنی‌دار در ضربات کرنر، به ضعف افراد در انتقال نیرو از سمت راست به چپ یا به‌عکس مربوط است؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که افراد در ضربات هدینگ چرخشی، به‌ویژه در چرخش سمت راست به چپ سر، مشکل دارند و باید در تمرینات به این مورد توجه خاص شود.

نتایج نشان داد فشار وارد بر سر فوتبالیست‌ها در ضربات کرنر ۵۱۵- ۹۸۰ نیوتن و در ضربات مستقیم ۶۸۵- ۱۱۰ نیوتن است که با تحقیقات بروهل (۱۹۹۷)، زیوجسکی (۲۰۰۰)، دونالد

(۲۰۰۱) و مونتو (۲۰۰۲) هم‌خوانی دارد (۷- ۱۰). به نظر می‌رسد این تحقیق، اولین تحقیقی باشد که تمام اطلاعات آن در شرایط نزدیک به مسابقه انجام شد؛ از این رو ضمن تایید نتایج گذشته، احتمالاً نتایج تحقیق رایج به واقعیت نزدیک‌تر است. همچنین با مشاهدهٔ تحقیقات گذشته مشخص شد نیروی ایجادکنندهٔ آسیب و تصادم مغزی ۴۰۰- ۶۰۰ نیوتن یا ۸۰۰- ۱۰۰۰ نیوتن است؛ بنابراین به نظر می‌رسد تماس توپ با سر در ضربات فوتبال، می‌تواند آسیب‌زا باشد و تحقیقات دیگری لازم است تا با تمرکز بر عوامل مهم، فشار ناشی از هدینگ را کاهش دهد.

نتایج تحقیق بیانگر آن بود که برای جلوگیری از شدت آسیب در زمان هدینگ، توجه خاص به متغیرهای آنتروپومتریکی در مقایسه با متغیرهای دیگر، به‌ویژه سن و محیط سر ضروری است. ضمن اینکه با کاهش زاویهٔ سر و تنه در هنگام هدینگ، می‌توان فشار وارد بر سر و به تبع آن احتمال بروز آسیب را کاهش داد. بر اساس نتایج تحقیق، به مربیان و بازیکنان توصیه می‌شود به ضربات هدینگ چرخشی، به‌ویژه ضربات چرخشی سر از راست به چپ توجه بیشتری نمایند.

منابع:

1. FIFA- Survey: BigCount. nfoplu. FIFA2000. Zurich. http://www.image.fifacom /images/pdf/ Ip-1999_01E_big-count.pdf
2. Iynch, J.M., Bauer, J.A. (1996). Acute head and neck injuries. In Garrett, W.E. Jr, kirkendall, D.T., Coniguglia, SR (eds). The U.S Soccer Sports Medicine Book. Baltimore: Williams & Wilkins.
3. Mawdsley, H. (1978). A biomechanical analysis of heading. Momentum, 3:30-40.
4. Frenguelli, A., Ruscito P, Bicciolo G, Rizzo S, Massarelli M. (1991). Head and neck trauma in sporting activities. J Crani-Maxillo-Fac Surg, 19: 178-181.
5. Tysvaer, A.T. (1992). Head and neck injury in soccer: Impact of minor trauma. Sports Med, 14: 200-213.
6. Rosanne, S.N. (2003). Cumulative effects of soccer heading are not fully known. BMJ, 327:1168.
7. Donald, T., Kirkendall, A., Sheldon, E., Jordan, William, E., Garrett, R. (2001). Heading and Head Injuries in Soccer. Sports Med, 31 (5): 369-386.

8. Bruh,l W. (1997). A position statement on heading in soccer for youth. J Sports Med, 113-114.

9. Ziejewski, M. (2000). Researchers Split on Soccer Risks. http://www.wsyacy.com:80/soccer.htm

10. Monto R. (2002). The hazard of heading Headball Inc: http://www.headbal.com

11. Naunheim, R.S., Standeven, J., Richter, C., Lewis, L.M. (2000). Comparison of impact data in hockey, football and soccer. J Trauma, 48: 938-41.

12. Delaney, J., Frankovich, R. (2004). Head injuries and concussion in soccer. J Can Academy Sport Med, 1-11.

13. Mehnert, M., Agesen, T., Malanga, M. (2005). Heading and neck injuries in soccer. Pain Physician, 8: 391-397.

14. Tierney, R., Higgins, M., Caswell, S., Brady, J., McHardy, M., Driban, J., Darvish, K. (2008). Sex Differences in Head Acceleration During Heading While Wearing Soccer Headgear. J Athl Train, 43(6):578–584.

15. Sunami, S., Maruyama, T. (2008). Motion and EMG analysis of soccer-ball heading for the lateral direction. Football Sci, 5: 7-17.

16. Harpenden Skinfold Caliper. (1998) .Quality Measurement LTD: 12-13.

۱۷.صادقی، حیدر، (۱۳۸۸). «مقدمات بیومکانیک ورزشی». چاپ پنجم، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب درسی (سمت).

۱۸.گریسهایمر و ویدمن، (۱۳۸۱). «فیزیولوژی انسان». ترجمهٔ فرخ شادمان، ابوالحسن حکیمیان. تهران: انتشارات پیام.

19. Naunheim, R., Bayly, P.V., Standeven, J., Neubauer, J.S., Lewis, L.M., Genin, G.M. (2003). Linear and angular head acceleration during heading of a soccer ball. Med Sci Sport Exerc, 35: 1406-1412.