

## بررسی شبکه بازویی بزرگسالان

دکتر حسین اکبری\*، دکتر افسانه باقری\*\*، دکتر یوسف شفایی خانقاه\*، دکتر پیمان اکبری\*\*\*

### چکیده:

صدمات تروماتیک شبکه بازویی بزرگسالان آسیب‌های مخربی هستند که بیشتر در مردان 15 تا 25 ساله رخ می‌دهد. این آسیب منجر به نقایص عملکردی عمیق، درد ناتوان کننده، پیامدهای روانی و اقتصادی شده و کیفیت زندگی افراد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به طور معمول این صدمات در اثر آسیب به اعصاب حسی و حرکتی ناشی از تروما، فشار آسیب‌های ورزشی یا کشیده شدن بیش از حد ایجاد شده و منجر به علائمی مانند فلج، عدم کنترل ماهیچه‌های بازو، دست، مچ و یا فقدان حس در بازو، دست و یا درد ناگهانی در شانه، بازو و ... می‌گردد. اگرچه اغلب نمی‌توان از بروز آسیب در شبکه بازویی پیشگیری کرد اما می‌توان پس از وقوع جراحی با انجام بعضی اقدامات، خطر بروز مشکلات را کاهش داد. روش‌های مختلفی برای تشخیص نوع و شدت جراحات شبکه بازویی وجود دارد. بنابراین درک فیزیولوژی آسیب عصبی و پیشرفت در بازسازی شبکه بازویی منجر به بهبود نتایج می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شبکه براکیال، بزرگسال، روش‌های تشخیص، اپیدمیولوژی

### زمینه و هدف

شبکه بازویی دسته‌ای از اعصاب است که از 4 ریشه گردنی تحتانی و ریشه اول سینه ای (C5، C6، C7، C8 و T1) تا اندام فوقانی امتداد دارد.<sup>1</sup> این شبکه از اعصاب حرکتی و حسی تشکیل شده و اعصاب اندام فوقانی را تشکیل می‌دهد که عملکردهای حرکتی و حسی آنها را فراهم می‌کند.<sup>2</sup> آسیب به این شبکه ممکن است منجر به

علائم عصبی مانند ضعف یا از دست دادن قدرت عضلانی و یا حس در اندام فوقانی شود. این آسیب در بزرگسالان جزء آسیب‌های مخربی است که منجر به ناتوانی جسمی و مشکلات روانی و مشکلات اجتماعی، اقتصادی می‌شود.<sup>3</sup> آسیب‌های شبکه بازویی جزء آسیب‌های نادر در جمعیت عمومی به شمار می‌رود. بیشتر این آسیب‌ها، اختلالات

نویسنده پاسخگو: دکتر افسانه باقری

تلفن: 88717272

E-mail: hakbari1339@yahoo.com

\*دانشیار گروه جراحی پلاستیک و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات سوختگی، بیمارستان حضرت فاطمه (س)

\*\*دستیار گروه جراحی پلاستیک و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات سوختگی، بیمارستان حضرت فاطمه (س)

\*\*\*پزشک عمومی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ وصول: 1402/04/01

تاریخ پذیرش: 1402/08/06

از داخل به خارج شامل ریشه‌ها، تنه‌ها، شاخه‌ها و طناب‌ها می‌باشد.<sup>21</sup> همه اعصاب بزرگی که به اندام فوقانی عصب دهی می‌کنند از شبکه بازویی و اغلب از طناب‌ها منشاء می‌گیرند.<sup>22</sup> قسمت‌های فوقانی شبکه بازویی در گردن در خلف شریان ساب کلاوین هستند،<sup>23</sup> در حالی که بیشتر قسمت‌های تحتانی شبکه در اطراف شریان آگزیلاری می‌باشند.<sup>16</sup>

### ریشه‌ها (Roots)

ریشه‌های شبکه بازویی از شاخه‌های قدامی C5 تا C8 و T1 تشکیل می‌شود.<sup>24</sup> ریشه‌ها و تنه‌ها با عبور از بین عضلات اسکالن قدامی و میانی وارد مثلث خلفی گردن شده و در خلف و بالای شریان ساب کلاوین قرار می‌گیرند.<sup>25</sup>

### تنه‌ها (Trunks)

سه تنه شبکه بازویی از ریشه‌ها منشاء گرفته، از روی دنده اول به طرف خارج رفته و وارد حفره آگزیلا می‌شوند.<sup>25</sup>

تنه فوقانی با اتصال ریشه‌های C5 و C6 شکل می‌گیرند.<sup>24</sup>

تنه میانی، ادامه ریشه C7 است.<sup>22</sup>

تنه تحتانی از ملحق شدن ریشه‌های C8 و T1 تشکیل می‌شود.<sup>25</sup>

تنه تحتانی روی دنده اول و در خلف شریان ساب کلاوین قرار دارد و تنه‌های میانی و فوقانی بالاتر از این مکان جای دارند.<sup>25</sup>

### شاخه‌ها (Divisions)

هر یک از سه تنه شبکه بازویی به دو انشعاب قدامی و خلفی تقسیم می‌شود. سه انشعاب قدامی حاصله نهایتاً به اعصاب محیطی مربوط به کمپارتمان‌های قدامی بازو و ساعد تبدیل می‌شوند. سه انشعاب خلفی با هم ترکیب شده و بخشی از شبکه بازویی را می‌سازند که اعصاب مربوط به کمپارتمان خلفی را می‌دهد. هیچ عصب محیطی مستقیماً از شاخه‌های شبکه بازویی منشاء نمی‌گیرد.<sup>25</sup>

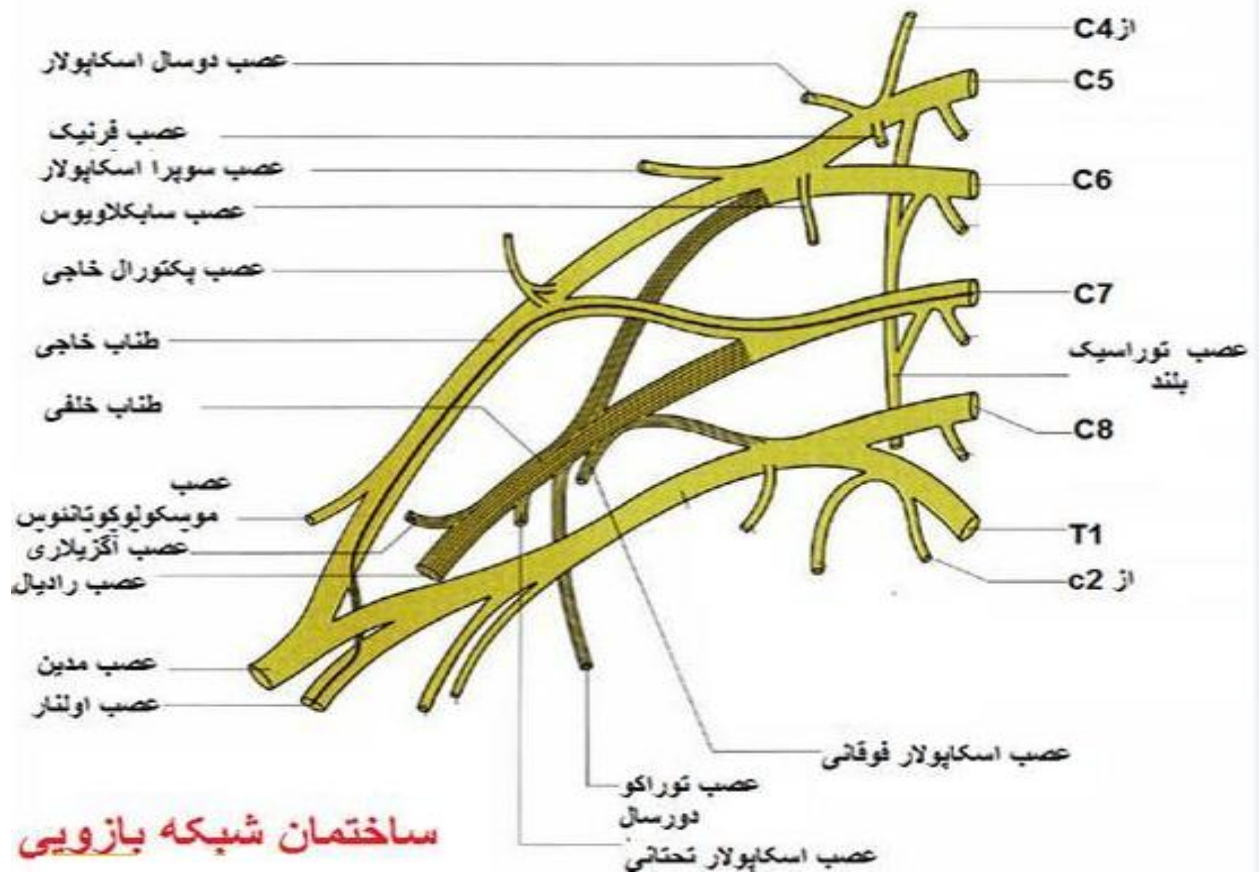
حرکتی و حسی مربوط به اندام فوقانی، ناتوانی و محدودیت‌های عملکردی را به همراه دارند.<sup>5,4</sup> علت اصلی آسیب شبکه بازویی، تصادفات رانندگی، سقوط، آسیب دیدگی با چاقو و آسیب در هنگام زایمان است.<sup>1</sup> آسیب شبکه بازویی به ویژه در مردان 15 تا 25 ساله شایع است<sup>6</sup> و این آسیب معمولاً در بیشتر موارد به طور مستقل رخ نداده و با آسیب‌های دیگری مانند شکستگی کلاویکل، دنده، بازو یا کتف همراه است.<sup>7</sup>

الکترومیوگرافی از روش‌های اولیه تشخیص فلج شبکه بازویی است و توموگرافی کامپیوتری و تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) می‌توانند برای تشخیص دقیق مورد استفاده قرار گیرند. فیزیوتراپی، توانبخشی و مداخلات جراحی روش‌های مهم درمان این عارضه بشمار می‌روند.<sup>8,9</sup> با توجه به گسترش آناتومیکی آسیب و میزان درگیری عصب، رویکردهای درمانی متفاوتی برای دستیابی به ترمیم بالینی عملکردها مورد نیاز است.<sup>10,11</sup> ارزیابی بالینی آسیب‌های شبکه بازویی و همچنین تشخیص و درمان آنها دشوار است و نیاز به دانش آناتومیکی و عملکردی بالا و همکاری بین متخصصان مختلف با یک برنامه توانبخشی پیچیده دارد.<sup>12,13</sup> بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی علل، تشخیص و روش‌های درمانی اصلی آسیب شبکه بازویی انجام می‌شود.

### آناتومی

شبکه براکیال، بزرگترین و پیچیده‌ترین شبکه عصبی بدن بوده که از به هم پیوستن شاخه‌های پیشین اعصاب نخاعی گردنی پنجم تا هشتم (C5-C8) و اولین عصب نخاعی سینه‌ای (T1) ایجاد می‌گردد و گاهی اوقات C4 و T2 نیز در آن شرکت می‌کنند (تصویر 1).<sup>14,15</sup> نقش اصلی شبکه بازویی تأمین عصب اندام فوقانی است.<sup>16</sup> این شبکه از تمایز سلول‌های بنیادی مزانشیمی در هفته چهارم دوران جنینی ایجاد می‌شود.<sup>17,18</sup>

شبکه براکیال از گردن شروع می‌شود به صورت جانبی به سمت کانال سرویکوآگزیلاری واقع در ناحیه کلاویکل و بالای دنده اول امتداد می‌یابد و سپس از طریق این مسیر وارد زیر بغل می‌شود.<sup>19,20</sup> قسمت‌های مختلف شبکه بازویی



تصویر 1- ساختمان شبکه براکیال

### طناب‌ها (Cords)

سه طناب شبکه بازویی از شاخه‌ها منشاء گرفته و با بخش دوم شریان آگزیلاری همراه هستند.<sup>16</sup> طناب خارجی از الحاق شاخه‌های قدامی تنه‌های فوقانی و میانی تشکیل شده و بنابراین از مجموع C5 تا C7 شکل گرفته است. این طناب در خارج بخش دوم شریان آگزیلاری قرار دارد. طناب داخلی در سمت داخل بخش دوم شریان آگزیلاری قرار دارد و در حقیقت ادامه شاخه قدامی تنه تحتانی است. در تشکیل این طناب، C8 و T1 شرکت دارند.<sup>25</sup> طناب خلفی در خلف دومین بخش شریان آگزیلاری واقع شده است و از الحاق هر سه شاخه خلفی تشکیل می‌شود. این طناب از مجموع همه ریشه‌های شبکه بازویی (C5 تا T1) تشکیل می‌شود.<sup>25</sup>

اغلب اعصاب محیطی اصلی اندام فوقانی از طناب‌های شبکه بازویی منشاء می‌گیرند. بطور کلی اعصاب مربوط به کمپارتمان‌های قدامی اندام فوقانی از طناب‌های داخلی و خارجی و اعصاب مربوط به کمپارتمان‌های خلفی از طناب خلفی منشاء می‌گیرند.<sup>25</sup>

### شاخه‌ها (Branches)

- شاخه‌های ریشه‌ها: علاوه بر شاخه‌های سگمنتال کوچک C5 تا C8 که به عضلات گردن می‌روند و نیز بخشی از C5 که به عصب فرنیک می‌پیوندد، اعصاب توراسیک بلند و اسکاپولار خلفی نیز از ریشه‌های شبکه بازویی جدا می‌شوند.<sup>11</sup>

ماهیه‌های خاصی در سراسر شبکه درگیر هستند و تغییر موقعیت طبیعی آنها می‌تواند باعث آسیب دیدگی شبکه در هنگام قرارگیری شود.<sup>16</sup> شبکه فوقانی آسیب بیشتری دارد و بیشتر به صورت اختلال عملکرد حرکتی ظاهر می‌شود.<sup>34</sup>

نزدیک‌ترین بخش شبکه بازویی شامل ماهیه‌های قدامی و میانی است که توسط ریشه‌های C3 تا C8 عصب‌دهی می‌شوند. عضله اسکلن قدامی با حرکات گردن به جلو، چرخش و حرکات جانبی درگیر است. عضله میانی به چرخش گردن به سمت مخالف کمک می‌کند.<sup>35</sup> از مهره‌های C2 تا C7 سرچشمه گرفته و روی دنده اول قرار می‌گیرد. بین کلاویکل و اولین دنده جایی است که شریان ساب کلاوین در آن قرار دارد و شبکه بازویی به سمت تنه فوقانی و میانی منحرف می‌شود. شریان ساب کلاوین منبع خون اولیه شبکه است و سپس به شریان آگزیلاری تبدیل می‌شود. آسیب به این ناحیه در نتیجه جدا شدن سر از شانه در حالی که بازو به سمت پایین کشیده می‌شود، می‌باشد.<sup>35</sup>

از تنه‌های فوقانی، میانی و تحتانی، شبکه بازویی در هر تنه به دو قسمت قدامی و خلفی در پشت کلاویکل تقسیم می‌شود.<sup>11</sup> اهمیت این موضوع در این است که عضلات خم کننده و بازکننده اندام فوقانی در این ناحیه متمایز می‌شوند. عصب Suprascapular از بخش قدامی تنه بالایی منشاء می‌گیرد و تنها عصبی است که از بخش‌های شبکه منشعب می‌شود.<sup>24</sup>

### اپیدمیولوژی

آسیب شبکه براکیال در مردان جوان بین 15 تا 25 سال شایع‌تر است. تقریباً 70 درصد از آسیب‌های شبکه براکیال ناشی از تصادفات رانندگی است، که 70 درصد این بیماران دچار ضایعه در بخش فوقانی کلاویکل می‌گردند که 70 درصد آنها دارای یک یا چند ضایعه از ریشه‌های شبکه هستند. 70 درصد از این بیماران همچنین دچار کنده گی ریشه تحتانی می‌شوند. ترومای انفجاری دومین مکانیسم شایع آسیب به شبکه بازویی است و به طور معمول نوروپراکسی را ایجاد می‌کند. آسیب به شبکه بازویی باعث ناتوانی قابل توجه و مشکلات طولانی مدت در فعالیت‌های روزمره زندگی می‌شود.<sup>36</sup>

- شاخه‌های تنه‌ها: از تنه‌ها تنها دو عصب جدا می‌شود که از تنه فوقانی بوده که عبارتند از عصب سوپراسکاپولار و عصب عضله ساب کلاویوس.<sup>11</sup>

- شاخه‌های طناب خارجی: سه عصب به صورت کامل یا جزئی از طناب خارجی جدا می‌شوند، عصب پکتورال خارجی، عصب ماسکولوکوتانیوس و ریشه خارجی عصب مدین.<sup>25</sup>

- شاخه‌های طناب داخلی: طناب داخلی دارای 5 شاخه می‌باشد، عصب پکتورال داخلی، عصب جلدی - داخلی بازو، عصب جلدی - داخلی ساعد، ریشه داخلی عصب مدین و عصب النار.<sup>25</sup>

- شاخه‌های طناب خلفی: پنج عصب از طناب خلفی شبکه بازویی منشا می‌گیرند، عصب ساب اسکاپولار فوقانی، عصب توراکودورسال، عصب ساب اسکاپولار تحتانی، عصب آگزیلاری و عصب رادیال.<sup>24</sup>

سه تنه شبکه بازویی از بهم پیوستن ریشه‌ها تشکیل می‌شود.<sup>26</sup> به این ترتیب، تنه قدامی C5-C6 به هم پیوسته و تنه بالایی را تشکیل می‌دهد، C7 به تنه‌هایی تنه میانی را تشکیل می‌دهد<sup>27</sup> و C8-T1 با اتصال بهم تنه تحتانی را تشکیل می‌دهد.<sup>28</sup>

شاخه‌های قدامی تنه‌های فوقانی و میانی با هم یکی شده و طناب خارجی را شکل می‌دهند،<sup>29</sup> شاخه قدامی تنه تحتانی نیز طناب داخلی را می‌سازد و شاخه‌های خلفی هر سه تنه با هم یکی شده و طناب خلفی را بوجود می‌آورند.

از نظر تشریحی، تنه‌های شبکه بازویی از فضای بین ماهیه‌های اسکالین عبور می‌کنند و در نهایت به دو بخش قدامی و خلفی تقسیم می‌شوند.<sup>30,31</sup>

طناب خارجی از الحاق شاخه‌های قدامی تنه‌های فوقانی و میانی تشکیل شده و بنابراین از مجموع C5 تا C7 شکل گرفته است.<sup>32,33</sup> شاخه‌های طناب خارجی.<sup>11,19</sup>

- عصب پکتورال خارجی برای عضله پکتورالیس ماژور
- عصب موسکولوکوتانیوس
- ریشه خارجی عصب مدین

## آسیب‌های عصبی: پاتوفیزیولوژی و تأثیر در پیش آگهی

در ارزیابی بیمار مبتلا به آسیب عصبی، ارزیابی مکانیسم‌های ضایعه و ایجاد مکانیسم پاتوفیزیولوژیک درگیری مهم است. یک عصب محیطی از بافت عصبی، آکسون نوروهای آوران و وبران، که توسط بافت همبند احاطه شده، تشکیل گردیده است.<sup>37</sup> بافت همبند برای تشکیل اندونوریوم (در اطراف تک آکسون)، پری نوریوم (در اطراف فاسیکل‌ها) و اپی نوریوم (در اطراف عصب) سازماندهی شده است. علاوه بر این، اگرچه برخی از آکسون‌ها بدون میلین هستند، آکسون‌های بزرگ‌تری که به سمت عضلات اسکلتی هدایت می‌شوند یا از گیرنده‌های پوستی می‌آیند توسط یک غلاف میلینی احاطه شده‌اند که قادر است پتانسیل عمل را به درستی منتقل کند. در یک آسیب عصبی، تمام این ساختارهای تشریحی می‌توانند درگیر شوند. سطح درگیری آنها به شدت با پیش آگهی مرتبط است و در انتخاب نوع درمان نقش دارد.<sup>38</sup>

طبقه‌بندی آسیب‌های عصبی شامل نوروآپراکسی، آکسونوتمزیس و نوروتمزیس است. نوروآپراکسی آسیب عملکردی عصب است که ساختارهای آکسونی و بافت همبند سالم بوده، اما میلین دچار آسیب شده است. عصب قادر به هدایت پتانسیل عمل نیست و بنابراین علائم حرکتی و حسی وجود دارد. این ضایعه گذرا است و معمولاً در عرض 2 هفته عملکرد کاملاً بهبود می‌یابد.<sup>39</sup>

در ترومای شدیدتر، ساختارهای آکسونی دچار آسیب می‌شوند.<sup>40</sup> بخشی از آکسون دیستال به محل ضایعه دژنره می‌شود (دژنراسیون والرین) و فیبرهای عضلانی آن عصب و محرک‌های تغذیه‌ای را از دست می‌دهند. این فیبرهای عضلانی می‌توانند عمدتاً از طریق دو مکانیسم مجدداً عصب‌دهی شوند.<sup>41</sup> آکسون‌های قسمت پروگزیمال عصب آسیب‌دیده ممکن است دوباره رشد کرده و فیبرهای عضلانی خود را به دست آورند (عصب‌سازی مجدد). علاوه بر این، عدم تغییر در ساختارهای همبند برای رشد مجدد و عصب‌دهی ضروری است. این نوع ضایعات پیش آگهی متغییری دارند و باید به دقت تحت نظر باشند. در این نوع ضایعه احتمال بهبود خودبخودی در عملکرد و مثر ثمر بودن توانبخشی به تنهایی ضعیف است. در ضایعات نوروتمزیس<sup>41</sup>

تمام ساختارهای عصب (میلین، آکسون و بافت همبند) درگیر بوده و فیبرهای حرکتی و حسی به طور کامل قطع می‌شوند و تمام رشته‌های ماهیچه‌ای که توسط عصب مدیریت می‌شوند، محرک‌های عصبی را از دست می‌دهند و دچار آتروفی شدید و از دست دادن عملکرد می‌شوند. در این شرایط بهبودی خود به خود غیرممکن است و نیاز به درمان جراحی است. متأسفانه این ضایعات در آسیب‌های شبکه براکیال تروماتیک شدید گردن شایع هستند. بنابراین در هر بیمار با آسیب عصبی لازم است علت ضایعه مشخص شود.<sup>37</sup>

این آسیب در بزرگسالان پیامدهای متفاوتی نسبت به محل درگیری در پی دارد. این آسیب‌ها می‌توانند ناشی از علل مختلفی از جمله آسیب‌های نافذ (آسیبی که منجر به زخم باز می‌شود)، سقوط و ترومای ناشی از وسایل نقلیه موتوری باشند.<sup>42</sup>

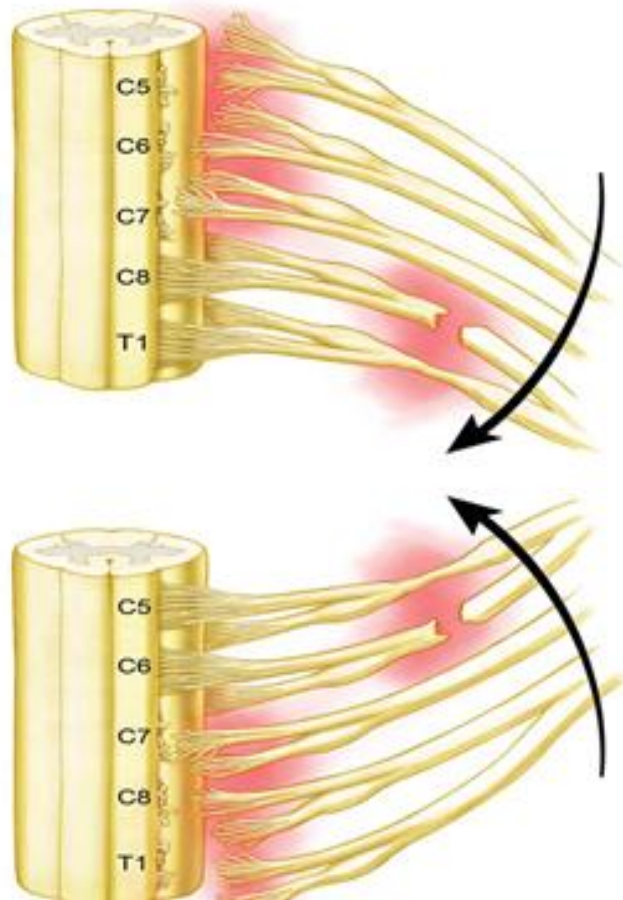
اکثر این جراحات بسته هستند و قسمت فوقانی کلاویکل را درگیر می‌کنند. در آسیب‌هایی که ناشی از صدمات با سرعت بالا بوده و باعث می‌شود که سر به شدت از شانه دور شود، منجر به آسیب ریشه‌های شبکه بازویی فوقانی و با درجات مختلف آسیب به ریشه‌های تحتانی می‌گردد (تصویر 2- الف) و کشش شدید بالای سر می‌تواند منجر به آسیب ریشه فوقانی با درجات مختلف شود (تصویر 2- ب).<sup>42</sup>

همچنین آسیب شبکه بازویی یک عارضه ناشی زایمان است که در 1/5 از 1000 تولد گزارش شده است.<sup>43</sup> آسیب شبکه بازویی در نتیجه کشش یا پارگی ریشه‌های عصبی C5-T1 رخ می‌دهد و ممکن است با دیستوشی شانه همراه باشد. علیرغم اینکه عوامل خطر مشترک دیستوشی شانه و آسیب شبکه بازویی منجر به بروز مکرر این شرایط می‌شود، اما این ارتباط را نمی‌توان علت این پدیده دانست. اگرچه اعتقاد بر این است که برخی از آسیب‌های شبکه بازویی به عنوان عواقب نیروهای اعمال شده توسط عامل زایمان کننده در تلاش برای رفع دیستوشی شانه رخ می‌دهد، گزارش‌های متعددی از آسیب گذرا و دائمی شبکه بازویی، از جمله کنده‌گی ریشه عصبی که هم در زایمان واژینال در غیاب دیستوشی شانه و هم در زمان زایمان سزارین رخ می‌دهد.<sup>43-46</sup>

الف



ب



تصویر 2- مکانیسم آسیب شبکه بازویی تروماتیک بزرگسالان را نشان می‌دهد. الف) صدمات با سرعت بالا که سر را به شدت از شانه دور می‌کند، می‌تواند منجر به آسیب به ریشه‌های شبکه بازویی فوقانی و با درجات مختلف آسیب به ریشه‌های تحتانی شود. ب) هنگامی که بازو به شدت از روی سر دور می‌شود، آسیب می‌تواند از عناصر تحتانی شبکه بازویی شروع شود و سپس به عناصر فوقانی گسترش یابد.<sup>42</sup>

رخ می‌دهد. علل دقیق آن بحث برانگیز است در برخی مطالعات به کشش، فشردن، اختلال عروقی و مکانیسم‌های التهابی اشاره شده است. دیستوشی شانه در حین زایمان، قوی‌ترین عامل خطر برای آسیب در نظر گرفته می‌شود و احتمالاً منجر به افزایش نیروی کشش بین سر و گردن جنین در طول زایمان می‌شود. با این حال، تقریباً نیمی از آسیب‌های شبکه بازویی نوزاد گزارش شده در غیاب عوارض مامایی گزارش شده است.

ریشه‌ها و تنه‌ها شایع‌ترین محل آسیب دیدگی در مقایسه با بقیه قسمت‌های شبکه بازویی است.<sup>47</sup> ریشه‌های C5-C7 فوقانی بیشتر مستعد آسیب بعد کانگلیونی هستند،<sup>48</sup> در حالی که ریشه‌های C8-T1 تحتانی

چنین گزارش‌هایی نشان می‌دهند علت حداقل نیمی از موارد آسیب شبکه بازویی وجود عواملی غیر از آنهایی که در طول مانورها برای مدیریت دیستوشی شانه اعمال می‌شود، می‌باشد. با این وجود، احتمال عدم گزارش یا عدم شناسایی دیستوشی شانه در چنین مواردی به دلیل قدیمی بودن این گزارش‌ها و عدم بررسی دقیق سوابق پزشکی، از مجموعه داده‌های بایگانی وجود دارد.<sup>43</sup>

### اتیولوژی

آسیب‌های تروماتیک شبکه بازویی معمولاً در نوزادان و بزرگسالان جوان رخ می‌دهد. فلج شبکه بازویی نوزادان تقریباً در 0/2 درصد از تولدهای زنده (مشابه بروز فلج مغزی)

## 1.2. التراسونوگرافی

التراسونوگرافی یک روش تصویربرداری غیرتهاجمی و کم هزینه بوده که می‌تواند مکمل ارزیابی بالینی، آزمایش الکترودیگنوستیک و تصویربرداری مقطعی از شبکه بازویی باشد. مزیت منحصر به فرد این روش سهولت انجام تصویربرداری در طیفی از حرکات گردن و شانه است. علاوه بر این، سونوگرافی می‌تواند همراه با بی‌حس کننده‌های موضعی برای هدایت عصب محیطی یا بلوک‌های داخل عضلانی استفاده شود.<sup>51،52</sup>

## 1.3. سی تی اسکن

با توجه به مرسوم بودن CT، ممکن است اولین گزینه تشخیصی در تصویربرداری به ویژه در تصویربرداری اورژانسی و ستون فقرات باشد.<sup>16</sup> اگرچه ارزیابی عملکرد اعصاب و ناهنجاری‌های میکروسکوپی عصبی امکان‌پذیر نیست، ناهنجاری‌های فاحش مانند هماتوم، اسکار اطراف عصبی و درگیری تومور اغلب قابل شناسایی هستند. سی تی همچنین برای ارزیابی آناتومی استخوان، مانند فرسایش دنده و مهره در شرایط بدخیمی، روش بسیار مناسبی به شمار می‌رود.<sup>53</sup>

## 1.4. سی تی میلوگرافی (CM)

سی تی میلوگرافی (CM) شامل تزریق ماده حاجب غیریونی یددار محلول در آب به فضای زیر عنکبوتیه برای مشخص کردن آسیب نخاعی و ریشه‌های عصبی خروجی است. از این تکنیک به منظور ارزیابی آسیب احتمالی شبکه بازویی پیش گانگلیونی استفاده می‌شود. اطلاعات محدودی در مورد دقت CT میلوگرافی در مقایسه با MRI وجود دارد. با این حال، CT میلوگرافی ممکن است هنوز توسط برخی جراحان جهت شناسایی و تشخیص نقائص یافته‌های MRI بکار برده شود.<sup>54</sup> همچنین ممکن است استفاده از این روش برای ارزیابی آسیب مشکوک به شبکه بازویی در نوزادان منطقی باشد، زیرا ارزیابی چنین ساختارهای کوچکی ممکن است با MRI دارای محدودیت باشد.<sup>16</sup>

معمولاً با آسیب پیش گانگلیونی ظاهر می‌شوند.<sup>49</sup> اگرچه در اکثر موارد عوارض ناشی از صدمه خود به خود برطرف می‌شوند، اما آسیب دائمی غیر معمول نیست. صدمات مربوط به قسمت پایین تنه به احتمال زیاد منجر به عارضه دائمی می‌شود.

در بزرگسالان، ترومای شدید ناشی از سقوط، ضربه‌های مستقیم، یا برخورد با وسایل نقلیه موتوری با سرعت بالا، آسیب کششی شدید و آسیب فشاری همگی می‌تواند منجر به آسیب به شبکه بازویی شوند. صدمات کشش بالا تنه زمانی رخ می‌دهد که سر و گردن به شدت از شانه و تنه کشیده شود. به طور مشابه آسیب‌های کششی پایین تنه زمانی رخ می‌دهد که بازو با شدت زیاد از سر دور شود.<sup>42</sup>

## روش‌های تشخیص

### 1. تصویربرداری

شکستگی کلویکل نشان دهنده آسیب احتمالی شبکه بازویی است. تصویربرداری کلویکل می‌تواند شکستگی‌های دنده اول یا دوم را نشان دهد که ممکن است نشان دهنده آسیب به قسمت پوشاننده شبکه بازویی باشد.<sup>50</sup>

## تکنیک‌های تصویربرداری

### 1.1. رادیوگرافی

رادیوگرافی از ستون فقرات گردنی، شانه یا قفسه سینه ممکن است در شرایط تروما یا درد انجام شود. اگرچه رادیوگرافی ممکن است یافته‌های طبیعی را در زمینه بالینی پلکسوپاتی بازویی نشان دهد، اما گاهی می‌توان علائم مربوط به ناهنجاری را مشاهده نمود. تومورهایی که راس قفسه سینه را درگیر می‌کنند، مانند تومور پانکواست، ممکن است ابتدا به عنوان یک توده ریوی یا فرسایش استخوانی شناسایی شوند.<sup>16</sup> علائم پلکسوپاتی بازویی، همراه با یافته‌های رادیوگرافی از ارتفاع دیافراگم، فلج عصب فرنیک را نشان می‌دهد که یک آسیب جدی پیش گانگلیونی از جمله ریشه‌های عصبی C4-C5 را به دنبال دارد. آرتروپاتی گله‌ه‌ومرال ممکن است در رادیوگرافی، همراه با پلکسوپاتی مزمن بازویی به دلیل اختلال عملکرد شانه مربوط به دنرواسیون عضله روتاتور کاف دیده شود.<sup>16</sup>

معنی که باید آسیب ناشی از کنده شدن ریشه باشد. برعکس، زمانی که ضایعه پس گانگلیونی باشد، آزمایش منفی خواهد بود، زیرا تداوم بین پوست و گانگلیون ریشه خلفی قطع شده است.<sup>50</sup>

### روش‌های درمان

گزینه‌های درمانی با توجه به نوع ضایعه تعریف می‌شوند. به طوریکه نوروپراکسی (قطع موقت جریان عصبی در آکسون‌های عصب محیطی)، نوروتمزیس (شدیدترین نوع آسیب یک عصب محیطی) و آکسونوتمزیس (آسیب آکسون و غلاف میلین) با توجه به شدت آسیب، هر کدام نیازمند رویکرد درمانی منحصر به خود هستند.<sup>60</sup>

#### 1. توانبخشی

مداخلات کار درمانی یکی از کاربردی‌ترین و مهمترین تکنیک‌های درمانی غیر جراحی در آسیب‌های شبکه براکیال به شمار می‌رود که از اهداف اصلی آن می‌توان به محافظت از ناحیه آسیب دیده، اجتناب از سایر آسیب‌های ساختارهای عصبی، کنترل درد و مدیریت علائم حسی، محدودیت آتروفی عضلانی، بهبود قدرت و بازبازی عملکرد اشاره کرد.<sup>61 و 5</sup>

#### 2. عمل جراحی

در چند سال گذشته، پیشرفت تکنولوژی منجر به ایجاد تکنیک‌های جراحی جدید و کم تهاجمی شده که در تمام بخش‌های جراحی توسعه یافته و جای خود را در جراحی اعصاب محیطی و شبکه بازویی باز نموده است. برخی از آسیب‌های شبکه براکیال (مانند صدمات ناشی از شلیک گلوله) با آسیب‌های عروقی یا ضایعات باز مرتبط هستند و نیاز به درمان جراحی حاد دارند.<sup>62 و 37</sup> از متداول‌ترین روش‌های جراحی شبکه بازویی (براکیال) می‌توان به ترمیم عصب، گرافت عصبی، انتقال عصب و انتقال تاندون اشاره نمود.<sup>63 و 12</sup>

#### 3. درمان دارویی

هنگامی که درمان جراحی امکان‌پذیر نیست، رویکردهای دارویی با مولکول‌های محافظت کننده عصبی می‌تواند مفید باشد.<sup>37</sup>

توصیه می‌شود، سی تی میلوگرافی 3 تا 4 هفته پس از آسیب انجام شود، زیرا این امکان را فراهم می‌کند که هماتوم ایجاد شده در محل آسیب که باعث جا به جایی ماده حاجب شود جذب گردد.<sup>55</sup> معایب سی تی میلوگرافی شامل ماهیت تهاجمی معاینه و همچنین قرار گرفتن در معرض مواد حاجب یددار و پرتوهای یونیزان است. به دلیل همپوشانی آناتومی در سطح شانه‌ها، Streak Artifact ممکن است ارزیابی سطوح پایین ریشه (C8-T1) را محدود کند.<sup>56</sup>

### MRI 5.1

MRI ابزاری قدرتمند برای ارزیابی ناهنجاری‌های عصبی بوده و برای ارزیابی جامع از شبکه بازویی از نخاع تا شاخه‌های انتهایی مفید است. تکنیک‌های جدیدتر MRI، نشان دادن اجزای اصلی شبکه بازویی و شناسایی تغییرات ساختاری و میکروسکوپی مانند ادم عصبی، دژنراسیون و التهاب را امکان‌پذیر می‌سازد که به صورت تغییر شدت سیگنال T2 یا افزایش غیرطبیعی ظاهر می‌شود. علاوه بر نشان دادن آسیب مستقیم عصبی، MRI برای ارزیابی دنرواسیون عضله اسکلتی اندام انتهایی مفید است.<sup>57</sup>

در شرایط تروما، MRI جایگزینی برای سی تی میلوگرافی برای ارزیابی کنده گی ریشه عصب پیش گانگلیونی است.<sup>58</sup> در شرایط غیرتروماتیک، ام آر آی ممکن است به شناسایی نوروپاتی در زمینه علائم غیراختصاصی شانه یا اندام فوقانی کمک کند. یافته‌های MRI به عنوان معیارهای تشخیصی در تشخیص اختلالات دمیلینه کننده التهابی مانند پلی نوروپاتی دمیلینه کننده التهابی مزمن (CIDP) و نوروپاتی حرکتی چند کانونی مفید می‌باشد.<sup>59</sup> همچنین در ارزیابی درگیری تومور شبکه بازویی مفید است. لازم به ذکر است که اطلاعات محدودی در مورد دقت MRI برای تشخیص نوروپاتی محیطی وجود دارد.

#### 2. تست هیستامین

هدف از این روش تشخیصی افتراق ضایعات پیش گانگلیونی و پس گانگلیونی است، اما امروزه به ندرت از این تکنیک استفاده می‌شود. تزریق داخل پوستی هیستامین اگر منجر به ایجاد واکنش و حرارت پوستی شود، نشان از وجود ضایعه در نزدیکی گانگلیون ریشه خلفی می‌باشد، به این



### نتیجه گیری

متأسفانه بروز آسیب‌های تروماتیک شبکه بازویی در حال افزایش است که منجر به مشکلات جدی در کیفیت زندگی بیماران مبتلا شده و پیامدهای اجتماعی / مالی شدیدی در پی دارد. آسیب شبکه پیش آگهی بدی دارد و

ممکن است منجر به ناتوانی جدی برای بیمار شود. بنابراین درک کامل آناتومی، ارزیابی بالینی، مطالعات رادیولوژیک، گزینه‌های درمانی و زمان‌بندی مناسب مداخله جراحی برای مکانیسم‌های مختلف آسیب، درمان‌کننده را قادر می‌سازد تا مراقبت بهینه را ارائه دهد.

**Abstract:**

## Adult Brachial Plexus Survey

*Akbari H. MD<sup>\*</sup>, Bagheri A. MD<sup>\*\*</sup>, Shafayehkhangha Y. MD<sup>\*</sup>, Akbari P. MD<sup>\*\*\*</sup>*

(Received: 22 June 2023      Accepted: 28 Oct 2023)

Traumatic brachial plexus injuries in adults are destructive injuries that occur mostly in men aged 15 to 25 years. This damage leads to deep functional defects, debilitating pain, psychological and economic consequences and affects the quality of life of people. Usually, these injuries are caused by damage to the sensory and motor nerves caused by trauma, pressure, sports injuries, or excessive stretching, and lead to symptoms such as paralysis, lack of muscle control in the arm, hand, or wrist, or lack of sensation in arm or hand or sudden pain in the shoulder and arm and ...

Although it is often not possible to prevent damage to the brachial plexus, it is possible to reduce the risk of further problems after the injury by taking some measures. There are different methods to diagnose the type and severity of brachial plexus injuries. Therefore, understanding the physiology of nerve damage and progress in brachial plexus reconstruction will lead to improved outcomes.

***Key Words: Brachial Network, Adult, Diagnostic Methods, Epidemiology***

*\* Associate Professor of Plastic Surgery, Iran University of Medical Sciences, Hazrat Fateme Hospital, Tehran, Iran*

*\*\* Resident of Plastic Surgery, Iran University of Medical Sciences, Hazrat Fateme Hospital, Tehran, Iran*

*\*\*\* General Practitioner, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

## References:

1. Lim JE, Song MS, Do HJ, Kim GH, Park JH, Yoon HM, et al. Brachial Plexus Palsy whilst on Crutches Treated with Korean Medicine Focused on Bee-Venom Pharmacopuncture. 2020.
2. Mazal AT, Faramarzian A, Samet JD, Gill K, Cheng J, Chhabra A. MR neurography of the brachial plexus in adult and pediatric age groups: evolution, recent advances, and future directions. Expert review of medical devices. 2020; 17(2): 111-22.
3. Kim SS, Kim HS, Rowe SM, Han KS. The Surgical Management of the Brachial Plexus Injuries. Journal of the Korean Orthopaedic Association. 1984; 19(5): 811-818.
4. Faglion W, Siqueira MG, Martins RS, Heise CO, Foroni L. The epidemiology of adult traumatic brachial plexus lesions in a large metropolis. Acta neurochirurgica. 2014; 156: 1025-8.
5. Smania N, Berto G, La Marchina E, Melotti C, Midiri A, Roncari L, et al. Rehabilitation of brachial plexus injuries in adults and children. Eur J Phys Rehabil Med. 2012; 48(3): 483-506.
6. Noland SS, Bishop AT, Spinner RJ, Shin AY. Adult traumatic brachial plexus injuries. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2019; 27(19): 705-16.
7. Lee S, Shin Y, Jung H, Cha Y. A case report on the brachial plexus injury patient caused by traffic accident. Journal of Oriental Rehabilitation Medicine. 2002; 12(2): 199-208.
8. De Santana Chagas AC, Wanderley D, de Oliveira Ferro JK, Alves de Moraes A, Morais de Souza FH, da Silva Tenório A, et al. Physical therapeutic treatment for traumatic brachial plexus injury in adults: A scoping review. PM&R. 2022; 14(1): 120-50.
9. Frade F, Gómez-Salgado J, Jacobsohn L, Florindo-Silva F. Rehabilitation of neonatal brachial plexus palsy: integrative literature review. Journal of clinical medicine. 2019; 8(7): 980.
10. Midha R, Grochmal J. Surgery for nerve injury: current and future perspectives: JNSPG 75<sup>th</sup> Anniversary Invited Review Article. Journal of neurosurgery. 2019; 130(3): 675-85.
11. Pejškova S, Filipce V, Peev I, Nikolovska B, Jovanoski T, Georgieva G, et al. Brachial Plexus Injuries-Review of the Anatomy and the Treatment Options. prilozi. 2021; 42(1): 91-103.
12. Hill JR, Lanier ST, Brogan DM, Dy CJ. Management of adult brachial plexus injuries. The Journal of hand surgery. 2021; 46(9): 778-88.
13. Dy CJ, Lingampalli N, Peacock K, Olsen MA, Ray WZ, Brogan DM. Direct cost of surgically treated adult traumatic brachial plexus injuries. Journal of hand surgery global online. 2020; 2(2): 77-9.
14. Matejčík V, Haviarová Z, Kuruc R, Šteňo A, Šteňo J. Intraspinous variations of nerve roots: Springer; 2019.
15. Craig J, Linnecor BG, Neil M. Soft Tissue, Peripheral Nerve and Brachial Plexus Injury. Orthopaedic and Trauma Nursing: An Evidence-based Approach to Musculoskeletal Care. 2023: 304-15.
16. Gilcrease-Garcia BM, Deshmukh SD, Parsons MS. Anatomy, imaging, and pathologic conditions of the brachial plexus. Radiographics. 2020; 40(6): 714-1676.
17. Al-Qattan MM, Yang Y, Kozin SH. Embryology of the upper limb. The Journal of hand surgery. 2009; 34(7): 1340-50.
18. Ghosh B, Dilkash MNA, Prasad S, Sinha SK. Anatomical variation of median nerve: cadaveric study in brachial plexus. Anatomy & cell biology. 2022; 55(2): 130-4.
19. Azhdari S, Zaherara M. A Case Report of Variance in the External Cord of the Brachial Plexus: The Absence of Musculocutaneous Nerve. Anatomical Sciences Journal. 2020; 17(2): 83-8.
20. Emamhadi M, Chabok SY, Samini F, Alijani B, Behzadnia H, Firozabadi FA, et al. Anatomical variations of brachial plexus in adult cadavers; a descriptive study. Archives of Bone and Joint Surgery. 2016; 4(3): 253.
21. Lao J, Gao K. Functional anatomy of brachial plexus. Microsurgical Orthopedics. 2019: 289-315.
22. Polcaro L, Charlick M, Daly DT. Anatomy, Head and Neck: Brachial Plexus. StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing; 2023.
23. Feigl GC, Litz RJ, Marhofer P. Anatomy of the brachial plexus and its implications for daily clinical practice: regional anesthesia is applied anatomy. Regional Anesthesia & Pain Medicine. 2020; 45(8): 620-7.
24. Benes M, Kachlik D, Belbl M, Kunc V, Havlikova S, Whitley A, et al. A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: Part I-Roots, trunks, divisions and cords. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger. 2021; 238: 151751.
25. Drake R, Vogl AW, Mitchell AW. Gray's anatomy for students E-book: Elsevier Health Sciences; 2009.
26. Aragão J, Melo L, Barreto A, Leal ADS, Reis F. Variations in the formation of the trunks of brachial plexus. Journal of Morphological Sciences. 2014; 31(01): 048-50.
27. Kimura S, Amatani H, Nakai H, Miyauchi R, Nagaoka T, Abe M, et al. A novel case of multiple variations in the brachial plexus with the middle trunk originating from the C 7 and C 8. Anatomical Science International. 2020; 95: 559-63.
28. Tiongeo RFP, Dellon AL. Histologic evidence of brachial plexus compression sites at the thoracic inlet and variations in formation of the lower trunk in cadavers. Microsurgery. 2023.

29. Leinberry CF, Wehbé MA. Brachial plexus anatomy. *Hand clinics*. 2004; 20(1): 1-5.
30. Nasrabadi HT, Abedelahi A, Shoorei H, Shokoohi M, Salimnejad R, Dolatkah MA, et al. A variation of Musculocutaneous nerve without piercing the coracobrachialis muscle while communicating to the median nerve: A case report and literature review. *International journal of surgery case reports*. 2017; 41: 453-455.
31. Gray H. Standring S. Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone; 2005.
32. Lasch E, Nazer M, Bartholdy L. Bilateral Anatomical Variation in the Formation of Trunks of the Brachial Plexus-A Case Report. *Journal of Morphological Sciences*. 2018; 35(01): 9-13.
33. Dawson SE, Gross JN, Berns JM, Weinzerl T, Adkinson JM, Borschel GH. Supraclavicular Approach to the Brachial Plexus. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*. 2023; 11(1).
34. Rubin DI. Brachial and lumbosacral plexopathies: A review. *Clinical Neurophysiology Practice*. 2020; 173: 93-5.
35. Duffy BJ, Tubog TD. The prevention and recognition of ulnar nerve and brachial plexus injuries. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. 2017; 32(6): 636-49.
36. Luo TD, Levy ML, Li Z. Brachial Plexus Injuries. StatPearls. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Michael Levy declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Zhongyu Li declares no relevant financial relationships with ineligible companies: StatPearls Publishing, Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.
37. Belviso I, Palermi S, Sacco AM, Romano V, Corrado B, Zappia M, et al. Brachial plexus injuries in sport medicine: Clinical evaluation, diagnostic approaches, treatment options, and rehabilitative interventions. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2020; 5(2): 22.
38. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain*. 1951; 74(4): 491-516.
39. Dahlin LB, Wiberg M. Nerve injuries of the upper extremity and hand. *EFORT open reviews*. 2017; 2(5): 158-70.
40. Bridge PM, Ball DJ, Mackinnon SE, Nakao Y, Brandt K, Hunter DA, et al. Nerve crush injuries-a model for axonotmesis. *Experimental neurology*. 1994; 127(2): 284-90.
41. Kang H, Lichtman JW. Motor axon regeneration and muscle reinnervation in young adult and aged animals. *Journal of Neuroscience*. 2013; 33(50): 19480-91.
42. Johnson GJ, Denning S, Clark SL, Davidson C. Pathophysiologic origins of brachial plexus injury. *Obstetrics & Gynecology*. 2020; 136(4): 725-30.
43. Gherman RB, Chauhan SP, Clark SL, Gonik B, Grimm MJ, Grobman WA, et al. Neonatal brachial plexus palsy. *Obstetrics and gynecology*. 2014; 123(4): 902-4.
44. Gherman RB, Goodwin TM, Ouzounian JG, Miller DA, Paul RH. Brachial plexus palsy associated with cesarean section: an in utero injury? *American journal of obstetrics and gynecology*. 1997; 177(4): 1162-4.
45. Torki M, Barton L, Miller DA, Ouzounian JG. Severe brachial plexus palsy in women without shoulder dystocia. *Obstetrics & Gynecology*. 2012; 120(3): 539-41.
46. Gherman RB, Chauhan S, Ouzounian JG, Lerner H, Gonik B, Goodwin TM. Shoulder dystocia: the unpreventable obstetric emergency with empiric management guidelines. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2006; 195(3): 657-72.
47. Park HR, Lee GS, Kim IS, Chang J-C. Brachial plexus injury in adults. *The Nerve*. 2017; 3(1): 1-11.
48. Malungpaishrope K, Putthiwara D. Management of C5 - 7 Injuries. *Operative Brachial Plexus Surgery: Clinical Evaluation and Management Strategies*: Springer; 2021. p. 343-50.
49. Veloza MJ, Useche JN, Muñoz SB, Vásquez R, Cardona Ortegón JD. Preganglionic Injury of C<sup>^</sup> Nerve Root Secondary to Shoulder Dislocation: Diagnosis based on MRI Findings. *Current Medical Imaging*. 2023; 19(13): 1591-4.
50. Sakellariou VI, Badilas NK, Mazis GA, Stavropoulos NA, Kotoulas HK, Kyriakopoulos S, et al. Brachial plexus injuries in adults: evaluation and diagnostic approach. *International Scholarly Research Notices*. 2014; 2014.
51. Baute V, Strakowski JA, Reynolds JW, Karvelas KR, Ehlers P, Brenzy KJ, et al. Neuromuscular ultrasound of the brachial plexus: A standardized approach. *Muscle & nerve*. 2018; 58(5): 618-24.
52. Nwawka OK. Ultrasound imaging of the brachial plexus and nerves about the neck. *Ultrasound quarterly*. 2019; 35(2): 110-119.
53. Raptis CA, Sridhar S, Thompson RW, Fowler KJ, Bhalla S. Imaging of the patient with thoracic outlet syndrome. *Radiographics*. 2016; 36(4): 984-1000.
54. Fuzari HK, de Andrade AD, Vilar CF, Sayão LB, Diniz PR, Souza FH, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging in post-traumatic brachial plexus injuries: A systematic review. *Clinical neurology and neurosurgery*. 2018; 164: 5-10.
55. Nagano A, Ochiai N, Sugioka H, Hara T, Tsuyama N. Usefulness of myelography in brachial plexus injuries. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*. 1989; 14(1): 59-64.
56. Yoshikawa T, Hayashi N, Yamamoto S, Tajiri Y, Yoshioka N, Masumoto T, et al. Brachial plexus injury: clinical manifestations, conventional imaging findings, and the latest imaging techniques. *Radiographics*. 2006; 26 (suppl-1): S43-S133.

57. Qi L, Xu L, Wang W-T, Zhang Y-D, Zhang R, Zou Y-F, et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in denervated skeletal muscle: experimental study in rabbits. *Plos one*. 2019 Apr 5; 14(4): e0215069.
58. Zhang L, Xiao T, Yu Q, Li Y, Shen F, Li W. Clinical value and diagnostic accuracy of 3.0 T multi-parameter magnetic resonance imaging in traumatic brachial plexus injury. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*. 2018; 24: 7199.
59. Jongbloed BA, Bos JW, Rutgers D, van der Pol WL, van den Berg LH. Brachial plexus magnetic resonance imaging differentiates between inflammatory neuropathies and does not predict disease course. *Brain and Behavior*. 2017; 7(5): e 00632.
60. Sakellariou VI, Badilas NK, Stavropoulos NA, Mazis G, Kotoulas HK, Kyriakopoulos S, et al. Treatment options for brachial plexus injuries. *International Scholarly Research Notices*. 2014; 2014.
61. Cui J, Blaha C, Moradkhan R, Gray KS, Sinoway LI. Muscle sympathetic nerve activity responses to dynamic passive muscle stretch in humans. *The Journal of physiology*. 2006; 576(2): 625-34.
62. Kattan AE, Borschel GH. Anatomy of the brachial plexus. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*. 2011; 4(2): 107-11.
63. Ali ZS, Heuer GG, Faught RW, Kaneriya SH, Sheikh UA, Syed IS, et al. Upper brachial plexus injury in adults: comparative effectiveness of different repair techniques. *Journal of neurosurgery*. 2015; 122(1): 195-201.