

Methodisches Vorgehen zur individuellen Technikanalyse durch Elektromyografische Aktivitätsmuster spezifischer Muskelgruppen im Bogenschießen

Birte Scholz^{1,*}, Niklas Stanko^{1,*}, Janine Blenke², Oliver Haidn³ Olaf Ueberschär^{1,2}

¹Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg

²Institut für Angewandte Trainingswissenschaft (IAT), Leipzig

³Deutscher Schützenbund/Wiesbaden

*geteilte Erstautorenschaft

E-Mail: Birte.Scholz@stud.h2.de, Niklas.Stanko@stud.h2.de

Schlüsselwörter: Elektromyografie, Bogenschießen, Muskelaktivierungsmuster

Einleitung

Bogenschießen ist eine statische Sportart, bei der ein Pfeil auf ein Ziel unter einer bestimmten Zeitvorgabe zu schießen ist. Bei dieser Sportart erfolgt die Kraftentwicklung primär aus dem Oberkörper heraus. Von besonderer anatomischer-physiologischer Bedeutung ist die Schulter- und Rückenmuskulatur (Ertan et.al., 2014) Ein Schießzyklus gliedert sich nach Haidn (2010) in die vier Positionsphasen Vorspannungsposition (PP1), Anhebe- und Stützposition (PP2), Halteposition (PP3) und Nachhalteposition (PP4), deren Übergänge durch individuelle Bewegungsphasen realisiert werden (Haidn et al., 2010). Während der Bogen mit dem Arm auf der Bogenseite gehalten wird, dient der Arm der Zugarmseite dem Spannen der Bogensehne. Dabei findet bei der Bewegungsausführung auf der Zugarmseite eine Kraftübertragung vom Unterarm auf die Rückenmuskulatur statt. Der Arm der Bogenarmseite ist während der gesamten Schießzeit dafür verantwortlich, als Widerlager einen Gegendruck am Bogengriff zu gewährleisten, den Bogen zu stabilisieren und ihn gerade zum Ziel zu halten. Beim Übergang von der Positionsphase 2 zur Positionsphase 3, also von der Stützposition bis hin zur Halteposition, werden in der internationalen Praxis zwei unterschiedliche Techniken angewandt. Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, wie moderne Oberflächen-Elektromyografie (O-EMG) im Bogenschießen dazu genutzt werden kann, individuelle muskuläre Beanspruchungen zu quantifizieren und eine optimale, d.h. biomechanisch günstige Halteposition zu erzeugen.

Methode

Die Methode der O-EMG erlaubt es, Muskelaktivitätsmuster ausgewählter Muskeln, während des Bogenschießens in Echtzeit zu untersuchen. Hierzu werden O-EMG-Sensoren (Noraxon, 2020) an insgesamt sieben Muskeln der oberen Extremitäten und Torso angebracht, welche die elektromyografische Aktivität mit einer Abtastrate von 1000Hz erfassen. Die untersuchten Muskelpartien umfassen den M. trapezius (pars transversa et pars ascendens), M. infraspinatus, M. deltoideus, M. biceps brachii und M. infraspinatus beim Zugarm sowie den M. serratus anterior (pars intermedia) beim Bogenarm (modifiziert nach Haidn et al., 2010, S.66). Vor jeder Messung wird die entsprechende Hautstelle rasiert und im Anschluss mit Alkohol gereinigt. Zwei Ambu® EKG-Elektroden Blue Sensor® N werden parallel zueinander auf den jeweiligen Muskel geklebt. Die Datenaufbereitung wird über eine Bandpassfilterung (20Hz- 500Hz) sowie eine anschließende RMS-Glättung (Glättungsintervall 100ms)

bewerkstelligt (Konrad, 2011). Zu Beginn jedes Messblockes wird darüber hinaus für jeden Muskel die maximale willkürliche Muskelkontraktion (MVC) elektromyografisch gemäß standardisierten Bewegungen erfasst, die bei der späteren Datenauswertung als Normalisierungsreferenz dient. Zusätzlich zur O-EMG werden alle Schüsse auf Video (30 fps) aufgenommen. Dabei wurde die Kamera hinter den Rücken der Athlet/innen positioniert, sodass der Bogen mit dem Klicker und die komplette Bewegung des Zugarms deutlich zu sehen sind. Die Aufnahme des EMG und des Kamerabildes erfolgten dabei synchron über die gleiche Software. Das heißt in der Auswertung waren immer das EMG-Signal mit dem zugehörigen Bild zu sehen. Alle O-EMG-Daten werden mit der Herstellersoftware MR3 (Noraxon, 2020) erfasst und analysiert. In der Analyse werden pro Schießzyklus insgesamt sechs Positions-Marker manuell in der Reihenfolge PP1, PP2, PP3, Klicker, PP4, Ende Nachhalteposition gesetzt. Die Positionsphasen sind dabei wie folgt definiert: Bei PP1, der Vorspannphase, sind Kopf und Bogenschulter beide zum Ziel gerichtet. Außerdem ist der Bogenarm mit ca. 45° zum Bogen angewinkelt und die Bogensehne ist mit dem Zugarm leicht gespannt. Bei der PP2, der Anhebe- und Stützposition, befindet sich der Bogen auf Augenhöhe und der Anhebevorgang ist beendet. Bei PP3, der Halteposition, ist die Stellung des Ankers eingenommen. Der Ellenbogen des Zugarms sollte sich zu diesem Zeitpunkt nahezu auf der Verlängerung der Pfeillinie befinden (Haidn, 2018). Mittels Videoanalyse wird der Moment des Auslösens des Klickersignals zeitlich genau erfasst, da im EMG-Signal der Marker hierfür dann gesetzt wird, wenn das Auslösen des Klickers im zugehörigen Frame der Videoaufnahme zu sehen ist. Die PP4 ist durch die Nachhalteposition (Zugarmellbogen befindet sich in Verlängerung der Stützlinie) definiert und der Pfeil wurde gelöst. Zum Schluss wird das Ende der Nachhalteposition markiert, damit die nicht relevante Muskelaktivität zwischen dem Bewegungsende des einen Schusses und der PP1 des nachfolgenden Schusses aus den Daten herausgeschnitten und verworfen werden kann. Ein einheitliches Setzen und definieren der Marker ist für eine hohe Güte der Messdaten unabdingbar und sollte nach Möglichkeit stets durch denselben Wissenschaftler bzw. dieselbe Wissenschaftlerin erfolgen.

Ergebnisse

Anhand der gewonnenen und entsprechend aufbereiteten Daten ist es möglich, die einzelnen Phasen des Schießzyklus und die verschiedenen Muskeln, quantitativ miteinander zu vergleichen. Dies geschieht über die muskuläre Aktivität zwischen den Positionsphasen, d.h. innerhalb der Bewegungsphase (Abb.1).

Analysierte Signale / Perioden

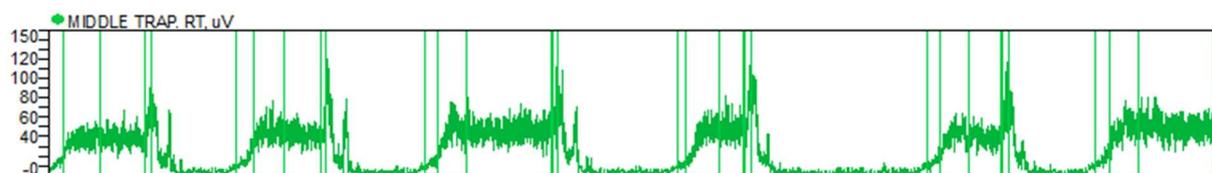


Abb.1 Zeitlicher Verlauf der Muskelaktivität einer Passe (6 aufeinanderfolgende Schüsse) in Mikrovolt ($\mu\text{V} \equiv \text{uV}$). Veranschaulicht am *M. trapezius pars transversa* der Zugarmseite eines Probanden mit gesetzten Markern

In Abb.1 werden sechs Schüsse mit den zugehörigen Positionsphasen eines Sportlers dargestellt. Dabei sind intraindividuelle Unterschiede je Schuss erkennbar. Für jeden Schuss wurden manuell 6 Marker im EMG-Signal über das synchron aufgenommene Video der Passe

gesetzt. Der erste Marker entspricht der PP1, der zweite Marker der PP2, der dritte Marker der PP3, dann der vierte Marker dem Auslösen des Klickers, der fünfte Marker der PP4 und der sechste Marker dem Ende der Nachhalteposition. Somit ergeben sich für eine Passe immer 36 Marker. Einerseits deutet sowohl die variierende zeitliche Dauer auf eine unterschiedliche Phasengestaltung hin, andererseits weisen insbesondere auch die Aktivierungsmuster des Trapezius selbst Unterschiede auf. Daher scheint für eine interindividuelle Analyse die Betrachtung von mittlerer und maximaler Muskelaktivität der Bewegungsabschnitte mit entsprechender Standardabweichung besser geeignet zu sein (Abb.2). In Abb.2 beispielsweise ist für die Bewegungsphase 4, d.h, nach dem Lösen des Pfeils, eine erhöhte Muskelaktivität im M. trapezius pars transversa der Zugarmseite erkennbar.

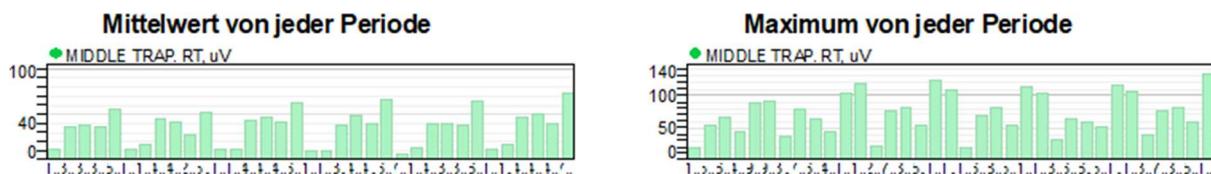


Abb.2 Mittlere (links) und maximale (rechts) Muskelaktivität. Veranschaulicht an M. trapezius pars transversa der Zugarmseite eines Probanden

Anhand der Aktivierungsmuster eines jeden Muskels in jeder Phase sollten Rückschlüsse auf die von dem Sportler bzw. der Sportlerin angewandte Technik gezogen werden können, nachdem die Daten mittels MVC-Normalisierung und Mittelwertbildung mehrerer Schüsse in den jeweiligen Phasen vergleichbar gemacht worden sind. In Abb.3 sind beispielsweise die Mittelwerte der jeweils sieben o.g. Muskeln zum Zeitpunkt der PP3 zusammen mit der zugehörigen Momentaufnahme des Videos abgebildet.

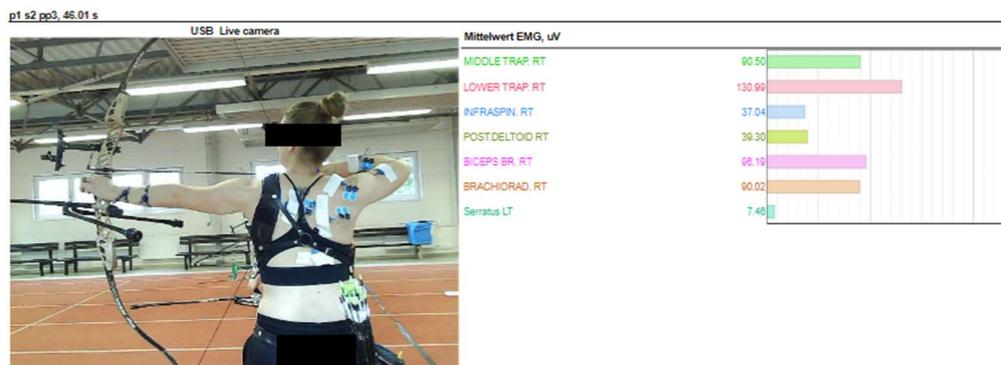


Abb. 3 Standbild und mittlere EMG Aktivität (in μV) zum Zeitpunkt der PP3. Die schießende Person steht im Anker und es ist eine erhöhte Muskelaktivität in M.trapezius zu erkennen.

Diskussion

Anhand der vorgestellten Untersuchungsmethodik können individuelle Bewegungsabläufe der Bogenschützen/-innen elektromyografisch erfasst und somit objektiviert werden. Auf diese Weise werden intra- und interindividuelle biomechanische Untersuchungen und Vergleiche möglich, die in vielerlei Hinsicht eine bessere Analyse intramuskulärer Vorgänge individueller Athleten/-innen versprechen. Insbesondere können anhand des zeitlichen Verlaufs und der Amplituden der Aktivierungsmuster der sieben Muskeln in den unterschiedlichen Positionsphasen von Stütz- und Bogenarmseite Technikmodelle identifiziert und hinsichtlich ihrer Effizienz verglichen werden.

Literatur

- Ertan, Hayri & Simsek, Deniz. (2014). The different release techniques in high level archery: A comparative case study. Turkish Journal of Sport and Exercise. 16. 20-20. 10.15314/TJSE.201439609.
- Haidn, O., Weineck, J. & Haidn-Tschalova, V. (2010). Bogenschießen. Balingen: Spitta.
- Haidn, O. (2018). Aktualisierungen zur Technik Bogen Recurve Positionsphasenmodell von Bundestrainer Oliver Haidn
- Konrad, P. (2011). EMG-Fibel - Eine praxisorientierte Einführung in die kinesiologische Elektromyographie N. I. USA. (Hrsg.)
- Noraxon. (2020). Velameds biomechanische Messsysteme. Köln: Velamed GmbH.