

INTERFERENȚE FIZICĂ – MEDICINĂ MILITARĂ. ȘTEFAN PROCOPIU ȘI BALANȚA MAGNETICĂ

Octavian BALTAG¹

octavian.baltag@bioinginerie.ro

ABSTRACT

The paper presents a brief history of use in military medicine of magnetic detection to detect in the human body the shrapnel or metal projectile arising from military conflicts or accidents. Also, there are presented some contributions and papers regarding the application in military medicine of the magnetic detection. One unknown aspect to the scientific and technical world related to the detection of metallic bodies for the purpose of medical or industrial applications is that Ștefan Procopiu is the first Romanian researcher who developed and tested a device known today as the metal detector, device with wide resonance in geophysics, archeology and most industries.

KEYWORDS: Ștefan Procopiu, magnetic detection, military medicine, shrapnel, bullet.

Despre activitatea și viața acestui profesor, dedicate științei și semenilor s-au scris și publicat numeroase cărți și articole adresate tuturor cercetătorilor și publicului interesat de pagini necunoscute ale vieții celor care au făurit și consolidat cultura științifică a lumii. Fără a intra în detaliile activității sale, ne vom limita la un aspect foarte puțin cunoscut și care a trecut neobservat în căutarile cercetătorilor istoriei științei naționale și universale. Vom face mai întâi o incursiune în epoca anilor 1880 a primelor cercetări privind aplicarea și folosirea publică a fenomenelor electromagnetice ca o soluție *neinvazivă* pentru detectarea artefactelor metalice din corpul omului.

În anul 1874, *Gustave Pierre Trouvé* (1839-1902), inventator și inginer, fabricant de aparate electrice, supranumit și “*Edisonul francez*”, a realizat un “detector de metale” invaziv, denumit “*Explorateur-extracteur de balles*” (1874), destinat găsirii, localizării și extragerii schijelor sau gloanțelor din corpul răniților, cu mult înainte ca radiografia să fie folosită în chirurgie. Aparatul folosea o sondă-stilet, de fapt un trocar prevăzut cu contacte electrice care, prin palparea țesutului din interiorul plăgii, detecta existența unui corp metalic prin închiderea unui circuit electric ce acționa o sonerie. Era un aparat care a făcut parte din trusele medicale ale regimentelor și echipajelor marinei militare. Deși era un instrument invaziv, este primul care a permis localizarea cu precizie a gloanțelor. Interesant este faptul că, deși aparatul a fost un succes tehnic, autorul *nu l-a brevetat, întrucât dorea să fie utilizat de toată lumea medicală*.

Metoda prezenta desigur un progres remarcabil întrucât, în acea vreme, găsirea corpului străin se făcea prin penetarea răniei cu un “stilus” până în momentul în care chirurgul simțea un obstacol dur considerat a fi corpul străin. Metoda puternic invazivă și lipsită de precizie avea și un alt rezultat secundar, acela de a mări în profunzime dimensiunile plăgii.

Anul 1879 este un alt episod, legat de profesorul de muzică *David Edward Hughes* (1831-1900). S-a născut în Anglia, dar familia sa a emigrat în Statele Unite. A fost un experimentator și inventator talentat, fiind cunoscut mai ales prin lucrările sale din domeniul telegrafiei, microfoanelor și un posibil experimentator în domeniul undelor electromagnetice din perioada pre-Hertziană. Preocupat de proprietățile magnetice ale corpurilor, Hughes realizează un instrument destinat testării proprietăților magnetice ale metalelor. Balanța numită de inducție, iar ulterior balanța lui Hughes, era formată din două perechi de bobine cuplate inductiv, dispuse la distanță una de cealaltă, fiecare pereche fiind formată dintr-o bobină primară și una secundară. Bobinele primare

¹ Profesor Emeritus, UMF „Grigore T. Popa” din Iași, Fac. Bioinginerie Medicală.

sunt conectate periodic la o baterie, astfel încât în cele două bobine secundare se induc curenți având sensuri opuse. Ajustând cu ajutorul unui șurub poziția uneia dintre bobinele secundare, sistemul se echilibrează ca o balanță, așa încât, în receptorul conectat nu se aude nici un sunet. Introducând o cantitate mică dintr-o substanță investigată în cealaltă bobină, sistemul se dezechilibrează și determină apariția unui sunet a cărui intensitate depinde de cantitatea de substanță precum și de proprietățile sale magnetice. Folosind acest principiu au fost construite mai multe variante și s-au pus bazele teoretice ale funcționării balanței Hughes, care și-a găsit diferite aplicații. Una dintre ele a fost detectarea corpurilor metalice din corpul omului.

Alexander Graham Bell (1847-1922), probabil inspirat și de invenția lui Trouvé, dezvoltă un aparat *neinvaziv* cu o destinație similară pe care îl experimentează în 1881 pe toracele președintelui american James Garfield, rănit într-un atentat. Deși detectorul de metale funcționa corect, el nu a dat rezultate în primul moment al experimentării, întrucât patul pe care era culcat pacientul avea arcuri metalice. Prima menționare scrisă a acestei tehnici neinvazive, care este o aplicație insolită pentru acea vreme a balanței lui Hughes, aparține lui Bell, care transmite o notă intitulată *Sur un appareil permettant déterminer, sans douleur pour le patient, la position d'un projectile de plomb ou d'autre métal dans le corps humain* și prezentată Academiei Franceze în ședința din 9 iulie 1881 de către Antoine Breguet. În prezentare se menționează că instrumentul își are originea în cercetările efectuate în laboratorul Volta din Washington cu ocazia atentatului comis asupra președintelui Garfield. Deși considera că nota transmisă pentru comunicare cuprinde numai rezultate preliminare și nu cuprinde toate detaliile experimentelor, autorul promite că va reveni cu un memoriu în care va face o descriere completă a cercetărilor. Nota se termină cu prezentarea unei experiențe făcute în data de 7 octombrie, în prezența a treisprezece chirurghi, în cabinetul din New York a doctorului Franck Hamilton. Pacientul era colonelul B.T. Clayton ce fusese rănit în 1862 de un glonț care a intrat prin față în articulația claviculei stângi, pe care a fracturat-o. Doi medici care l-au consultat au stabilit că, întrucât glonțul nu a ieșit din corp, s-a fixat într-unul din oasele umărului, numit scapulum (omoplat). Detectarea cu aparatul a contrazis ipoteza medicilor și a arătat prezența glonțului în partea din față, sub a treia coastă. Rezultatele experimentelor lui Bell au fost bine primite de numeroși profesori: Hughes, George Hopkins, Summer Tainter, Thomas Gleeson, Dr. Chichester, A. Bell, Charles E. Bell, Simon Newcombe, A. Rowland, M. Rogers, John Trowbridge, și C. Watts, directorul *Western Union Telegraph Company* din Washington precum și corespondentul "*Tribune*" din New York.

În 1882, *Théodore du Moncel* (1821-1884), fizician și promotor al electricității, publică în colecția *Bibliothèque des Merveilles* a editurii Hachette *Le microphone, le radiophone et le phonographe* unde apare și paragraful 'La balance de Hughes appliquée comme explorateur chirurgical' în care prezintă aplicațiile medicale ale balanței Hughes, mai ales așa cum a fost dezvoltată de către Bell.

După mai mulți ani în care invenția lui Hughes a fost uitată, fiind folosită numai în laboratoarele de electricitate, profesorul *Jonas Gabriel Lippmann* (1845-1921) prezintă Academiei Franceze în ședința din 3 noiembrie 1914, o notă scurtă privind aplicațiile balanței lui Hughes în chirurgia militară. Concluzia cercetărilor era că balanța este mai sensibilă la glonțul german decât la glonțul francez, aceasta datorându-se proprietăților magnetice ale glonțului german. Lucrarea se pare că a fost inspirată de intrarea Franței în război (august 1914), autorul propunând multiplicarea aparatului întrucât existau numeroase cazuri în care nu se dispunea de instalații radiografice.

În 1915, în plin război mondial, la Academia Franceză este prezentată, tot de Lippmann, la secția de chirurgie, o comunicare aparținând lui *Baume Pluvinel* privind tot folosirea balanței Hughes pentru căutarea proiectilelor în corpul răniților.

În septembrie 1913 Ștefan Procopiu (1890-1972) este angajat asistent al lui Dragomir Hurmuzescu la Laboratorul de Fizică Aplicată al Universității din București. Urmare a războiului de întregire a neamului ramânesc, în anul 1916 îl găsim pe tânărul Șt. Procopiu mobilizat la un corp de aerostație din Moldova, iar între anii 1917-1919 funcționează în Bârlad, orașul său natal, ca profesor de științe fizico-chimice la Liceul “G. Roșca Codreanu”, de unde demisionează la 1 noiembrie 1919 întrucât primise numirea ca șef de lucrări la Universitatea din București. În intervalul 1915-1919, Șt. Procopiu publică un număr de unsprezece lucrări. Dintre aceste lucrări privind studii asupra electroliților și difuziei electronilor, două lucrări ies în evidență, arătând preocuparea fizicianului pentru problemele medicale apărute ca urmare a conflictelor militare; lucrările se referă la detectarea schijelor din corpul răniților. Interesant în aceste două lucrări este faptul că cercetările de laborator și măsurătorile au fost făcute în perioada “neagră” a războiului, la Institutul Electrotehnic a Universității din București, sub conducerea profesorului Hurmuzescu, așa cum scrie la sfârșitul lucrării, înainte de refugiu, în condițiile în care lumea universitară se pregătea de refugiu în Moldova și cu siguranță că autorul nu a dispus decât la început de dotarea laboratorului din București. Totuși, preocupat de aplicațiile electromagnetismului, Șt. Procopiu a reușit să facă și o serie de cercetări experimentale privind detectarea corpurilor metalice folosind *balanța Hughes*, întrezărind o aplicație importantă în medicina militară. Se poate presupune că aceste două lucrări, ca și celelalte, au fost scrise și trimise pentru publicare în timpul mobilizării militare și a refugiului.

Deși cele două lucrări au același titlu: *Appareil d'induction pour la recherche des projectiles*, conținutul lor este ușor diferit.

Prima lucrare este publicată în *Revue générale de l'électricité*. Singura informație privind data când a fost trimisă lucrarea, apare în nota informativă a editorului care menționează faptul că deși lucrarea a fost trimisă din “*Barlud-Roumanie*” (probabil a citit eronat adresa - Bârlad) în luna decembrie (1916), aceasta a parvenit la redacție abia în luna martie, întârziere cel mai probabil datorată războiului. Ca urmare, lucrarea este publicată în numărul 23, din 9 iunie 1917. Redactorul prezintă într-un scurt rezumat conținutul lucrării arătând că principala particularitate constă în utilizarea unui detector cu galenă pentru redresarea curenților induși. Lucrarea este clasificată de editor ca făcând parte din domeniul *Électricité médicale*. La începutul lucrării, Șt. Procopiu prezintă contribuțiile altor autori, arătând că folosirea unui electromagnet impune atingerea corpului, pe când la folosirea balanței magnetice se folosește un receptor telefonic pentru semnalarea corpului metalic. Se descrie construcția aparatului de inducție care este format din trei bobine coaxiale fixate pe un miez din fier moale cu lungimea de 11 cm și diametrul de 2 cm. Bobina centrală ce are rolul de înfășurare primară este alimentată în curent alternativ sinusoidal de la rețeaua electrică de 120 V (București) folosind un transformator. Semnalul indus în celelalte două bobine bobinate în opoziție putea fi conectat la un telefon dar, pentru mărirea sensibilității, era redresat folosind un redresor cu galenă (“*une soupape*”) și apoi conectat la un galvanometru. Desenul prezintă o mică eroare întrucât cele două bobine de detecție nu sunt conectate în opoziție și nici nu sunt desenate astfel încât sensul de bobinare să fie schimbat. Autorul prezintă și unele neajunsuri determinate de neidentitatea bobinelor, eliminarea acestui neajuns fiind făcută aplicând galvanometrului o tensiune continuă pentru compensare. Semnalul indicat de galvanometru are valoarea maximă atunci când glonțul se află în direcția axului miezului de fier. Ștefan Procopiu mai constată că sensibilitatea aparatului se micșorează dacă miezul de fier este saturat de curentul alternativ. Un tabel cu rezultatele experimentale arată dependența deviației galvanometrului de distanța dintre un glonț având peretele din ferro-nickel de mitralieră românească, având 15 grame. În final face o remarcă importantă: dacă ar fi folosit un condensator pentru a obține rezonanța, ar fi putut crește sensibilitatea, dar tot el recunoaște că nu a avut această posibilitate. O ultimă concluzie se referă la folosirea unui mâner din

lemn sau alamă pentru miezul de fier și bobine, celelalte piese recomandând să fie introduse într-o casetă prevăzută cu borne. Lucrarea este semnată ”Șt. Procopiu”.

Tot în anul 1917, Ștefan Procopiu trimite profesorului Lippmann o notă având același titlu ca și lucrarea anterioară, prezentată la ședința din 9 iulie 1917 și publicată în *Comptes Rendus* vol. 165, iulie-decembrie 1917. După cum rezultă din lucrare, Șt. Procopiu scrie: “*J’ai construit un appareil, qui permet de lire à un galvanomètre la présence du projectile et qui donne la possibilité d’en apprécier la distance. C’est un appareil basé sur l’induction*”. Ca în majoritatea lucrărilor comunicate și publicate în *Comptes Rendus*, comunicarea nu conține nici un desen. Detectorul cu galenă este de tipul celui folosit în telegrafia fără fir. În lucrările sale Șt. Procopiu face referiri la folosirea detectorului cu galenă precum și recomandările făcute de Dragomir Hurmuzescu legat de acest detector.

Concluzii

Elementele de noutate ale acestor două lucrări, de la publicarea cărora se împlinesc anul acesta 100 de ani se regăsesc în structura traductorului aparatului, care nu se aseamănă cu nici unul din cele realizate de predecesorii săi. Astfel, se pot remarca: prezența miezului din fier moale care mărea sensibilitatea, folosirea unei surse sinusoidale de alimentare, precum și dispunerea celor trei bobine, aranjament folosit și astăzi în multe aplicații: detectoare de metale industriale, defectoscopie magnetică, traductoare de deplasare și poziție.

Bibliografie

1. Bell, Al. G., « Sur un appareil permettant déterminer, sans douleur pour le patient, la position d’un projectile de plomb ou d’autre métal dans le corps humain », *Comptes Rendus*, Tome 93, juillet - décembre 1881, pp. 625-627.
2. Cristofor C., *Ștefan Procopiu - Pagini de viață*, Iași, Editura Palatul Culturii, 2016.
3. Du Moncel, Th., *La balance de Hughes appliquée comme explorateur chirurgical, Le Microphone, le Radiophone et le Phonographe*, Librairie Hachette, Paris, 1882, pp. 97-100.
4. Fahie, J., *A history of wireless telegraphy 1838-1899*, New-York, William Blackwood and Sons, 1900.
5. Hughes, D.E., “On a induction current balance, and experimental researches made therewith”, *Proceedings of the Royal Society of London*, May, 15, 1879, pp. 56-64.
6. Lippmann, G., « Sur la balance électromagnétique de Hughes et son application à la chirurgie militaire », *Comptes Rendus*, Tome 159, juillet-décembre, 1914, pp. 627-628.
7. Ombrédanne, L., Ledoux-Lebard, R., *Localisation and extraction of projectiles*, Univ. of London Press, Ltd., London, 1918.
8. Pluvinel, B., « Sur l’emploi de la balance d’induction de Hughes pour la recherche des projectiles dans le corps des blessés », *Comptes Rendus*, Tome 161, juillet-décembre, 1915, pp. 402-403.
9. Procopiu, Șt., « Appareil d’induction pour la recherche des projectiles », *Revue générale de l’électricité*, Tome 1, No. 23, 9 Juin, 1917, pp. 888-889.
10. Procopiu, Șt., « Appareil d’induction pour la recherche des projectiles », *Comptes Rendus*, Tome 165, juillet-décembre, 1917, pp. 109-110.
11. Van Tiggelen, R., *Radiology in a Trench Coat*, p. 71, Gent, Brussels, Academia Press, 2013.