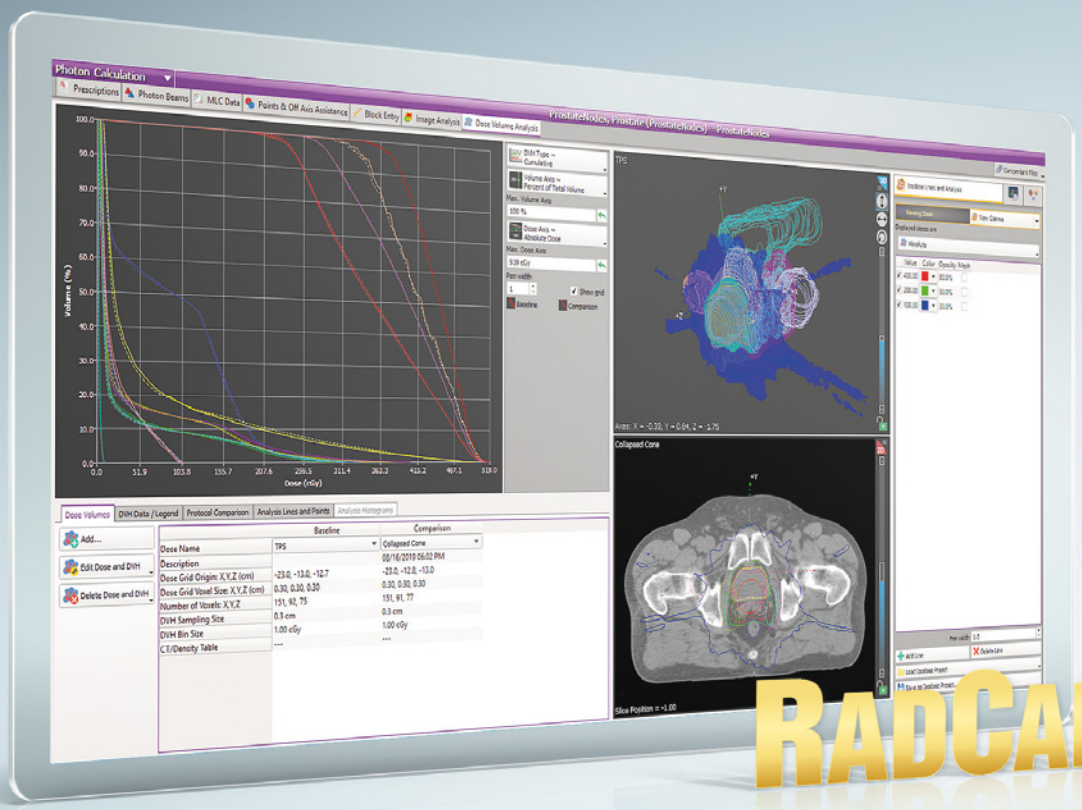
vol. 9 | 3/2020 | 15,50 zł (w tym 8% VAT) | ISSN 2300-1410 | ICV 2018: 61.26

Inżynier Medyczny Fizyk

inżynieria | fizyka medyczna | technika | elektroradiologia | radiologia



Wirtualna radioterapia
Wyznaczanie jednorodnych dawek równoważnych
Radiacyjna modyfikacja tworzyw polimerowych

Nowe regulacje dotyczące stężeń radonu (Rn-222)
Spektroskopia MRS
COVID-19 – diagnostyka obrazowa
Rezonans magnetyczny

Mieszana rzeczywistość w obrazowaniu
Zobaczyć obraz poprzez szum – AiCE
Tomosynteza i mammografia spektralna

Low-Field-Strength Magnet in MR-Guided Radiation Therapy
Zastosowanie densytometru DXA
Ocena zmian zanikowych mózgu
Termografia w podczerwieni

ISSN 2300-1410 06
9 772300 141004

Vendor Independent
Fully automated features
Fast, Easy & Accurate
Over 2300 RT-Centers World-wide

S. 151 161

Precise, innovative tumor treatments™

ACCURAY®

CyberKnife® – System radochirurgii robotycznej.

CyberKnife®

Automatycznie śledzi i z submilimetrową precyzją dopasowuje napromienianie do ruchu guza.

Nowy system tomoterapii Radixact™.

Radixact™

Duży krok w ewolucji TomoTherapy®. Szybki i intuicyjny. Wyjątkowa konstrukcja łączy w sobie spiralne obrazowanie i napromienianie, aby zwiększyć precyzję ułożenia i zaawansowaną modulację rozkładów dawki.

Autoryzowany przedstawiciel firmy Accuray w Polsce

TMS Sp. z o.o., ul. Wiertnicza 84, 02-952 Warszawa, tel. +48 (22) 858-28-19/20 fax +48 (22) 858-28-12, e-mail: tms@tms.com.pl, website: www.tms.com.pl

TMS

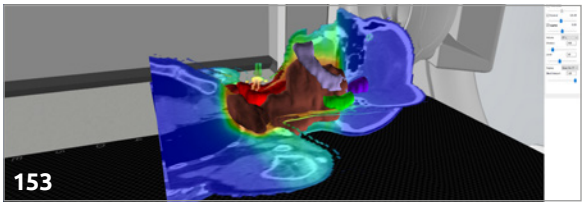
ACCURAY®
Authorized Distributor

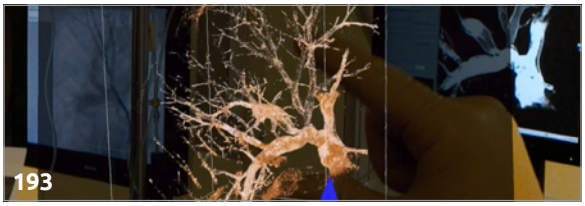
© 2017 Accuray Incorporated. All Rights Reserved.

Important Safety Information
Most side effects of radiotherapy, including radiotherapy delivered with Accuray systems, are mild and temporary, often involving fatigue, nausea, and skin irritation. Side effects can be severe, however, leading to pain, alterations in normal body functions (for example, urinary or salivary function), deterioration of quality of life, permanent injury, and even death. Side effects can occur during or shortly after radiation treatment or in the months and years following radiation. The nature and severity of side effects depend on many factors, including the size and location of the treated tumor, the treatment technique (for example, the radiation dose), and the patient's general medical condition, to name a few. For more details about the side effects of your radiation therapy, and to see if treatment with an Accuray product is right for you, ask your doctor. MKT-ARA-0716-0106(1)

W numerze 3/2020...

Inżynier Medyczny i Fizyk





153 Wirtualna radioterapia – nowe narzędzie w procesie edukacji fizyków medycznych

159 Wyznaczanie jednorodnych dawek równoważnych dla pacjentów leczonych techniką Simultaneous Integrated Boost

163 Radiacyjna modyfikacja tworzyw polimerowych stosowanych w medycynie

169 Nowe regulacje dotyczące stężeń radonu (Rn-222) w budynkach i miejscach pracy w zapisach znowelizowanej ustawy Prawo atomowe

175 Spektroskopia MRS w hodowlach komórkowych *in vitro*

181 COVID-19 – diagnostyka obrazowa

187 Rezonans magnetyczny Philips w trosce o pacjenta

193 Wykorzystanie mieszanej rzeczywistości w zakresie wizualizacji obrazowych danych trójwymiarowych

199 Zobaczyć obraz poprzez szum

203 Rola tomosyntezy oraz mammografii spektralnej w diagnostyce kobiet z gęstym utkaniem piersi

207 Advantages of Low-Field-Strength Magnet in MR-Guided Radiation Therapy with the MRIdian System

211 Pogromcy mitów – rezonans magnetyczny

212 Zastosowanie densytometru DXA w diagnostyce osteoporozy

216 Ocena zmian zanikowych mózgu związanych ze starzeniem się

221 Zastosowanie termografii w podczerwieni w analizie zmian temperatury po kriostymulacji organizmu sportowca – analiza przypadku

Znajdź nas:
Inżynier i Fizyk Medyczny
www.inzynier-medyczny.pl

– artykuł naukowy – artykuł firmowy

stopka redakcyjna

KOMITET NAUKOWY / SCIENTIFIC COMMITTEE

prof. dr hab. inż. Tadeusz Pałko
prof. dr hab. inż. lek. med. Grzegorz Pawlicki
dr hab. inż. Ewa Zalewska
dr hab. n. med. Paweł Kukołowicz
dr inż. Dominika Oborska-Kumaszyńska

RADA NAUKOWA / SCIENTIFIC COUNCIL

mgr Bartosz Bąk, PTE, WCO, Poznań
dr hab. inż. Maciej Budzanowski, IFJ PAN, Kraków
dr hab. Wojciech Bulski, Centrum Onkologii, Warszawa
dr n. fiz. Hab. n. med. Armand Cholewka, Uniwersytet Śląski, Chorzów
dr hab. Arkadiusz Derkacz, UM, Wrocław
prof. dr hab. n. med. Maciej Dobrzyński, UM Wrocław
dr n. med. Wojciech Glinkowski, PTT, Warszawa
prof. Natalia Golnik, PW, Warszawa
dr n. med. Marzena Janiszewska, Dolnośląskie Centrum Onkologii we Wrocławiu
mgr Monika Jędrzejewska, PTIK Poznań
mgr Aleksandra Kaczmarek, PTE, WCO, Poznań
dr inż. Jolanta Karpowicz, CIOP-PIB, Warszawa
dr inż. Renata Kopeć, IFJ PAN, Kraków
prof. Danuta Koradecka, CIOP-PIB, Warszawa
mgr inż. Ryszard Kowski, PTIK, Łódź
prof. Leszek Królicki, UM, Warszawa
dr hab. n. med. Paweł Kukołowicz, PTFM Warszawa
prof. Roman Maniewski, IBIB PAN, Warszawa
prof. dr hab. Rafał Matkowski, UM, Wrocław
dr n. fiz. Łukasz Matulewicz, Katowice
dr hab. n. med. Robert Krzysztof Mlosek, WUM w Warszawie
prof. dr hab. Andrzej Nowicki, IPPT, PAN
dr inż. Dominika Oborska-Kumaszyńska, NCHospital, Wolverhampton Royal Hospitals, UK
prof. Tadeusz Pałko, PW, Warszawa
mgr Maria Paroń, NWSM Wrocław
prof. Grzegorz Pawlicki, PW, Warszawa
mgr Elżbieta Pater, Wrocław
dr n. med. Tomasz Piotrowski, WCO, Poznań
Czesław Pływacz, PSTE, Piekary Śląskie
prof. Halina Podbielska, PWR Wrocław
prof. Marek Sąsiadek, UM, Wrocław
mgr Grzegorz Sieradzki – TMS Polska
dr. inż. Jakub Słowiński – Politechnika Wrocławska
prof. dr hab. n. fiz. Krzysztof Ślosarek, Centrum Onkologii, Gliwice
prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, AGH Kraków
prof. Andrzej Urbanik, CM UJ, Kraków
prof. dr hab. med. Jerzy Walecki, CMKP Warszawa
prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska, IBIB PAN, Warszawa

REDAKCJA / EDITORIAL BOARD

Redaktor Naczelny / Editor-in-Chief
prof. dr hab. inż. Tadeusz Pałko

Honorowy Redaktor Naczelny / Honorary Editor-in-Chief
prof. dr hab. inż. lek. med. Grzegorz Pawlicki

Z-ca Redaktora Naczelnego / Editor
prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska

Z-ca Redaktora Naczelnego / Editor
mgr inż. Jacek Lewandowski
j.lewandowski@zahir.pl

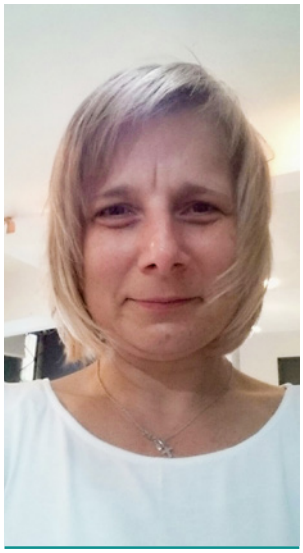
Redaktor techniczny / Technical Editor
mgr Agnieszka Smolarek-Lewandowska

ADRES REDAKCJI INDYGO Media
ul. Mariana Haisiga 2/2, 54-705 Wrocław
tel. + 48 604 586 979
e-mail: *j.lewandowski@zahir.pl*

PRENUMERATA / SUBSCRIPTION
Cena egzemplarza – **15,50 zł**
Prenumerata roczna – **90 zł**
www.inzynier-medyczny.pl
j.lewandowski@zahir.pl

WYDAWNICTWO / PUBLISHING HOUSE INDYGO Media
Dyrektor Wydawnictwa
Jacek Lewandowski

DTP
Tomasz Brończyk



Redaktor gościnny

Dominika Oborska-Kumaszyńska

Dr inż.

I znowu słowo otwierające następne wydanie IFM należy do mnie. Dziwne to czasy, kiedy cały świat zamarł, a my i tak robimy swoje. Żadnego spowolnienia dla fizyków ani w części klinicznej, ani technicznej w radioterapii, diagnostyce, medycynie nuklearnej, w tle z ochroną radiologiczną. Edukacja i stały rozwój profesjonalny został przeniesiony do wirtualnego świata – webinars, konferencje, sesje producentów, sesje organizacji profesjonalnych, sesje organizowane przez ośrodki referencyjne z całego świata – w życiu nie widziałam takiego bogactwa. Wiele instytucji profesjonalnych udostępniło swoje zasoby za darmo – dzięki temu wiele kursów NPL można było skończyć w systemie e-learnig. To pozwala utrzymać się w zaktualizowanej wiedzy, śledzić nowości, wymieniać doświadczenia i utrzymać prawo do wykonywania zawodu, kiedy punkty edukacyjne są jednymi z tych czynników, pozwalających na utrzymanie rejestracji w systemach o ustalonych kryteriach rozpoznawania profesjonalistów w służbie zdrowia.

Jedną z form aktywności, trochę teraz zamrożonej z punktu widzenia restrykcji, jest uczestnictwo w tematycznych grupach audytowych (IPEM zorganizowało regionalne i centralne zarządzanie audytami w różnych obszarach tematycznych, w których fizycy biorą udział lub pełnią kluczową rolę). IPEM również zaprasza do współpracy w tworzeniu następnych raportów. Około 3 lata temu został zaktualizowany raport 81 dotyczący testów rutynowych dla urządzeń i systemów radioterapeutycznych. Teraz jest uruchamiany projekt aktualizacji raportu IPEM 94, który odnosi się do testów akceptacyjnych i dopuszczających do użytku klinicznego dla akceleratorów. Fizycy zostali zaproszeni do współudziału via forum fizyków. Osoba, koordynująca z ramienia IPEM, sformalizowała zatwierdzenie tego projektu przez Science Research&Innovation Council, jak również z punktu widzenia umocowania finansowego. Przy czym to drugie jest związane z kosztami wynikającymi z realizacji projektu, a nie potencjalnych dochodów uczestników. Osoby, które zgłosiły swoją wolę współpracy w projekcie, zostały poproszone o przesłanie portfolio, aby edytorzy poszczególnych rozdziałów mogli dobrać osoby współpracujące jako współautorzy. W ten sposób powstają dokumenty oparte o doświadczenia wieloośrodkowe, które uwzględniają dywersyfikacje w praktyce i starają się przy jednoczesnej unifikacji postępowania i zapewnieniu dobrej praktyki, zabezpieczyć miejsce na różnice w praktyce wynikające zarówno z różnic technicznych, proceduralnych, jak również stosowanych nowych technik radioterapeutycznych/traiali.

I tak patrząc na wszelkie raporty, protokoły, publikacje itd. oraz widząc, jak sprzęt/urządzenia w radioterapii zmieniają się w swojej strukturze w systemy radioterapeutyczne, wydawałoby się słuszne, aby spróbować stworzyć komprehensywny przewodnik po ich strukturze, z punktu widzenia testów akceptacyjnych, dopuszczających do użytku klinicznego oraz testów rutynowych. Powstaje pytanie, czy dalej możemy przyjmować wycinkowe podejście do procesów weryfikacji systemów w radioterapii, począwszy od ich instalacji, poprzez przyjęcie do realizacji procedur terapeutycznych po rutynową kontrolę. Wszystko jest zespolone w sieci powiązań procesowych, IT, transferu informacji i ścieżki terapeutycznej pacjenta. Może warto byłoby się pokusić o stworzenie przewodnika/przewodników, które pozwolą spojrzeć na systemy radioterapeutyczne i ich weryfikację, w oparciu o ścieżkę terapeutyczną pacjenta, stosowane techniki i stawiane wymagania dla całości. Duża rzecz, ale może już wymagana, patrząc, jak funkcjonuje radioterapia.

Instrukcja dla Autorów

Dwumiesięcznik Inżynier i Fizyk Medyczny jest czasopismem recenzowanym, indeksowanym Index Copernicus ICV 2018 (61,26), BazTech.

Publikowane są prace w następujących kategoriach: prace naukowe, badawcze, studia przypadków, artykuły poglądowe, doniesienia, wywiady, polemiki, artykuły o tematyce społeczno-zawodowej i dotyczące specjalizacji zawodowych, raporty techniczne i sprawozdania. Zamieszcza również przeglądy literatury przedmiotu, recenzje książek oraz aktualności branżowe.

Czasopismo jest redagowane przez Redakcję w wersji papierowej oraz w wersji elektronicznej. Publikowane są prace z następujących dziedzin: diagnostyka obrazowa, interwencyjna (zabiegowa), elektrodiagnostyka, informatyka medyczna (telemedycyna; e-zdrowie), wyposażenie i techniczne środki terapeutyczne (radio-, elektro-, światło-, mechanoterapia itd.), implanty, sztuczne narządy, transport medyczny, bezpieczeństwo, aspekty prawne, finansowanie, organizacja i zarządzanie w jednostkach ochrony zdrowia, prawo i edukacja.
Istnieje możliwość opublikowania artykułów z innych dziedzin, łączących tematykę zgodną z profilem pisma.

Nadsyłane prace nie mogą być publikowane w innych czasopismach.
Każda praca naukowa powinna zawierać tytuł, streszczenie (do 500 znaków ze spacjami) i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim, a także dokładną afiliację wszystkich współautorów (adres, kontakt e-mail i telefoniczny). Układ prac powinien uwzględniać: streszczenie, wstęp, rozdziały, zakończenie.

Literaturę, na którą powołuje się Autor, należy numerować w kolejności występowania w tekście (nie w porządku alfabetycznym) w nawiasach kwadratowych, a w spisie literatury w sposób podany poniżej.

• Artykuły w czasopismach naukowych (prosimy podawać pełne tytuły oraz oficjalne skróty nazw czasopism):

1. B. Szafjański, G. Pawlicki, T. Pałko, J. Kosicki: ***Impedance plethysmography in the evaluation of peripheral blood flow in children***, Pediatr Pol, 56(10), 1981, 1131-1140.

czyli: inicjał(y) imienia i nazwisko autora(rów), *tytuł artykułu* (italik), tytuł czasopisma (preferowany międzynarodowy skrót), nr tomu (nr wydania), rok wydania, numery stron.

• Książki

2. G. Pawlicki (ed.): ***Podstawy inżynierii medycznej***, Wyd. OWPW, Warszawa 1997.

czyli: inicjał(y) imienia i nazwisko autora(rów), *tytuł książki* (italik), wydawca, miejsce i rok wydania, ewentualnie numery stron.

Rysunki i fotografie (na osobnych stronach, załączone jako oddzielne pliki, oznaczone symbolem rys. oraz fot.) należy numerować kolejno, z zaznaczeniem miejsca w tekście, w którym powinny się znaleźć.

Grafikę (wykresy, fotografie) należy dostarczyć jako pliki: *.eps, *.tif lub *.jpg o rozdzielczości 300 dpi.

Autorom nie przysługuje honorarium za nadesłane prace. W przypadku pozytywnej recenzji Autor otrzyma bezpłatny egzemplarz wydania kwartalnika, w którym zamieszczono jego pracę. Redakcja zastrzega sobie prawo do wprowadzenia zmian redakcyjnych w publikowanych artykułach. Wszelkie prawa w stosunku do tekstów drukowanych w czasopiśmie są zastrzeżone.

Przesłanie pracy do publikacji jest tożsame z przekazaniem praw autorskich.

Opublikowane prace stają się własnością redakcji. Przedruk w całości lub we fragmentach czy też tłumaczenie na inny język mogą być dokonane wyłącznie po uzyskaniu pisemnej zgody redakcji.

Redakcja nie bierze odpowiedzialności za stwierdzenia, opinie oraz dane zawarte w nadesłanych pracach lub materiałach reklamowych. Redakcja zastrzega sobie prawo do poprawienia stylu i nazewnictwa.

Prace można przesyłać wyłącznie w formie elektronicznej, w formacie *.doc, na adres e-mail: *j.lewandowski@zahir.pl.*

Instructions for Authors in English version can be obtained from the office of Editor: j.lewandowski@zahir.pl

Instrukcje dla autorów dostępne na www.inzynier-medyczny.pl

SUN NUCLEAR corporation
Your Most Valuable QA & Dosimetry Tools

STEREOTAKSJA

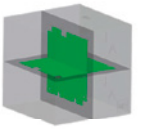
End-to-End Commisioning & QA

StereoPHAN™

Autonomiczny obrotowy fantom PMMA
z pozycjonowaniem głowicy, insertów
oraz matrycy **SRS MapCHECK™**

- **Dedykowane cubic inserts:**
  - Film i Multi-Film,
  - Ion Chamber,
  - CT/MRI,
  - MRI Signal Generator,
  - Universal Spacer.
- **Wsparcie dla CyberKnife®.**

MultiMet-WL Cube



Perpendicular Film

Multi-Film/Film

SRS MapCHECK™

Wielodetektorowa matryca 2D
dedykowana do pracy z fantomem **StereoPHAN™**

- Pole aktywne 77 mm x 77 mm,
- 1013 SunPoint® 2 Diode – 0,48 mm x 0,48 mm,
- Odległość między detektorami 2,47 mm,
- Czułość 15 nC/Gy,
- Kompatybilność z oprogramowaniem SNC Patient™ obsługującym wszystkie matryce SNC,
- Weryfikacja planów w technikach: 3DCRT, IMRT oraz VMAT.

Wyłączny przedstawiciel w Polsce:

ASTRA Concept Sp. z o.o.
01-930 WARSZAWA
ul.Przy Agorze 28 lok. 10
tel: +48 22 896 80 40
fax: +48 22 835 02 53
email: office@astraltd.pl
www.astraLtd.pl

SUN NUCLEAR corporation
Corporate Headquarters
3275 Suntree Boulevard
Melbourne, FL 32940 USA
+1 321 259 6862
www.sunnuclear.com

Szanowny Internauto

To, że znalazłeś się na tej stronie oznacza,
że zainteresowały Cię tematy z okładki!

Jeśli już dziś chciałbyś zapoznać się z czasopismem
wystarczy zadzwonić tel. ***604 586 979***
i zamówić wydanie bieżące lub prenumeratę.

Czasopismo dotrze do Ciebie w ciągu 3 dni
roboczych od dokonania wpłaty na konto.

64 1020 5226 0000 6202 0459 0420

Jeśli chcesz mieć je już dziś
– odwiedź najbliższy salon sieci
EMPIK. empik

Jeśli masz czas i lubisz naszą stronę,

facebook

http://www.facebook.com/pages/Inżynier-i-Fizyk-Medyczny/333684476715616

regularnie ją odwiedzaj
– wersja elektroniczna zostanie udostępniona wkrótce.

Redakcja dwumiesięcznika
Inżynier i Fizyk Medyczny

Inżynier Fizyk Medyczny

Go beyond
Designed to increase the capability, flexibility and efficiency of radiotherapy, Ethos™ therapy brings a transformational moment to cancer care.
Ethos therapy, Varian's Adaptive Intelligence™ solution, is a revolutionary new advancement in adaptive therapy—empowering you to go beyond what you believed you could achieve in the fight against cancer. Ethos enables you to **See More...** so you can **Know More...** and is designed to help you **Treat More Precisely...** allowing you to adapt and personalize treatment for every patient, every day.
Experience Ethos therapy at **varian.com/ethos** and go beyond how you're able to treat each patient in your care.
Safety information: Radiation may cause side effects and may not be appropriate for all cancers. For more information, visit www.varian.com/safety.
© 2019, 2020 Varian Medical Systems, Inc., Varian and Varian Medical Systems are registered trademarks, and Adaptive Intelligence and Ethos are trademarks of Varian Medical Systems, Inc.
varian
ETHOS™

Stereotactic precision for any anatomy

Push the boundaries of your stereotactic practice

Stereotactic treatments demand the highest levels of accuracy, precision and efficiency—and we've designed a linac that delivers. Versa HD™ enables high definition dynamic radiosurgery (HDRS)—offering absolute SRS and SBRT reliability with anatomically guided accuracy and efficiency. Empower practice growth. Choose Versa HD.

elekta.com/chooseVersaHD

LADVHD200211

Focus where it matters.

Elekta