

V.I.Nesterov, T.G.Kuznetsova

In den letzten Jahren entwickeln sich alle Arten der Gerätediagnostik, die in der Onkologie angewendet werden, sehr intensiv. Zu solchen Technologien können auch die traditionelle Röntgenuntersuchung mit ihren verschiedenen Verfahren (Leuchtschirmuntersuchung, Röntgenographie und andere), Ultraschalldiagnostik (USD), Computertomografie (CT) und magnetische Resonanztomografie (MRT), traditionelle Angiographie, verschiedene Methoden und Verfahren der Kernmedizin, sowie auch die Methode der nichtlinearen Computerdiagnostik (NLS) unter der Anwendung des Gerätes „Metatron“, die immer breiter in der Onkologie gebraucht wird, gezählt werden. Zu den gesamten Vektoren dieser Entwicklung gehören: die Erhöhung der Bedeutung und der Kompliziertheit der Hardware der NLS-Technologie und der einzelnen Geräte; allgemeine Integration dieser Methode, neben anderen Technologien, für die Lösung der diagnostischen Aufgaben in Rahmen einer anatomischen Gegend, eines Systems oder einer Pathologie.

Die NLS-Diagnostik in der Onkologie ist vor allem auf die Lösung einer Reihe der Hauptaufgaben gerichtet, dazu gehören die frühe Erkennung der Krebserkrankungen, ihre nosologische Diagnostik, Bestimmung des Stadiums und die Bewertung der Ergebnisse der Behandlung. Unter den modernen Bedingungen kann man über das Entstehen der bestimmten Richtungen in der NLS-Diagnostik, die auf verschiedenen Etappen der Hilfeleistung realisiert werden und unterschiedliche organisatorische, technologische und methodische Herangehen fordern. Zu solchen Richtungen gehören:

1. frühe (präklinische) Diagnostik der Neubildungen oder Screening der Krebserkrankungen;
2. Bewertung der pathologischen Veränderungen der Organe und Gewebe unter der Anwendung der nichtinvasiven NLS-Technologien;
  - 2.1 Diagnostik und Differentialdiagnostik der erkannten pathologischen Veränderungen, darunter auch Krebs- und Nichtkrebserkrankungen, die Bestimmung der anatomischen und funktionellen Besonderheiten des pathologischen Prozesses;
  - 2.2 Bestimmung des Stadiums der bösartigen Geschwülste, einschließlich die traditionelle Bewertung der Verbreitung des Primärgeschwulstes, der Metastasen in die regionäre Lymphknoten und das Vorhandensein der Fernmetastasen;
  - 2.3 Bewertung der Ergebnisse der chirurgischen und medikamentösen Therapie, und der Strahleneinwirkung, die sowie die Bewertung der Veränderung des Geschwulstgewebes als auch der im Laufe der Behandlung entstehenden Komplikationen oder Reaktionen einschließt.
  - 2.4 Verlaufsbeobachtung der Patienten auf den Spätstadien nach der Behandlung.

Die Lösung jeder von obengenannten Aufgaben bezüglich einen konkreten pathologischen Prozess fordert auch die Kombination der NLS-Diagnostik und anderer Strahlentechnologien. Aber wenn in den vorigen Jahren in der NLS-Diagnostik der Prinzip der sequentiellen Bewegung von einfachen Methodiken zu komplizierteren dominierte, so wird in den letzten Jahren ein prinzipiell anderes Herangehen immer weiter verbreitet. Es besteht in der Auswahl der effektivsten, dabei auch der teuersten Methodiken oder ihrer Kombination, um ein maximal schnelles und effektives Ergebnis zu erhalten.

Ein typisches Beispiel aus den letzten Jahren auf diesem Gebiet ist der Gebrauch der dreidimensionalen Rekonstruktion der Abbildung des Geschwulstgewebes aufgrund der Angaben, die bei der multidimensionalen NLS-Skopie mittels der nichtlinearen HS-Scanner „Metatron“ Z-Serie und des diagnostischen Programms „Hunter“ in der Kombination mit CT oder MRT für die Bewertung der Verbreitung des Geschwulstprozesses im ganzen Organismus erhalten werden. Solches Herangehen führt unvermeidlich zu den ernsten Strukturveränderungen sowie in der Diagnostik selbst als auch in der onkologischen Praxis.

**Screening der onkologischen Erkrankungen.** Als eine organisatorische Maßnahme ist der Screening auf die Krankheitserkennung bei den Personen, die keine klinischen Symptome dieser Krankheit haben und als Folge keinen Grund für den Krankenhausbesuch haben, gerichtet. Die Durchführung der massen NLS-Untersuchungen zwecks der frühen Diagnostik der onkologischen Erkrankungen hatte immer ihre Anhänger und Gegner. Das hängt davon ab, dass die Erkennung des Geschwulstes auf dem präklinischen Stadium seiner Entwicklung nicht immer dem Begriff „Frühdiagnose“ entspricht. Heutzutage sind von den Forschern Hauptforderungen zu jedem Programm des Screenings der onkologischen Erkrankungen, darunter auch zu denen, die sich auf der NLS-Technologien stützen, formuliert:

- die Erkrankung soll verbreitet genug sein und eine große soziale Bedeutung haben;
- es soll einen Diagnosetest (die Methode der NLS-Diagnostik) geben, der die sichere Erkennung der Erkrankung auf dem präklinischen Stadium ermöglicht;
- es soll Möglichkeit geben, die erkannte Erkrankung mit den vorhandenen Methoden zu behandeln;
- durch den Screening soll die Sterblichkeit von dieser Krankheit in der Population gesenkt werden;
- der Screening soll wirtschaftlich ergiebig sein, d.h. die Ausgaben für Frühdiagnose sollen niedriger als Ausgaben für die Behandlung der Kranken, die sich an den Arzt mit klinischen Symptomen wenden, sein.

Die genannten Prinzipien sind zur Zeit nur in einem Screeningprogramm, das sich auf den Gebrauch der NLS-Technologie stützt, erfolgreich realisiert – dem medizinischen Telemonitoring unter Anwendung des Software-Hardwarekomplexes „Metatron TorDi“. Eine bemerkenswerte Möglichkeit dieses Gerätes ist die Erhöhung der Empfindlichkeit der Diagnostik und die Verbreitung der funktionellen Möglichkeiten des Systems mittels der Durchführung der Ferndiagnostik

(Telediagnostik), der Arzt und der Patient verkehren im asynchronen Betrieb, dabei können sie im interaktiven Betrieb unabhängig von der territorialen Entfernung verkehren.

Diese Aufgabe wird mit der Anwendung des Systems des torsionen Telemonitoring gelöst. Medizinarbeiter kontrollieren die Angaben, die den Zustand des Patienten charakterisieren.

Die Effektivität des Screenings der onkologischen Erkrankungen ist heutzutage zweifellos. In den letzten Jahren wird über einzene Aspekte dieser Programme diskutiert, unter anderem wird besprochen:

- in welchen Alterskategorien es zweckmäßig ist, den Screening durchzuführen, ihre Abhängigkeit von den nationalen Besonderheiten;
- die Möglichkeit, NLS für die Bewertung der Krebsgeschwulste verschiedener Lokalisierung anwenden;
- der Platz dieser Technologie in der Primärdiagnostik der onkologischen Erkrankungen und beim Präzisieren der Diagnose.

Es ist zu betonen, dass in Russland der telemedizinische Screening bis heutzutage nicht durchgeführt wurde, das ist mit dem Mangel an der Finanzierung solcher Programme, mit dem Mangel in den meisten Regionen an Ausstattung und Fachleuten, mit der ungenügenden organisations-methodischen Durcharbeitung des telemedizinischen Screeningsystems verbunden.

Neben dem telemedizinischen Screening werden auch andere Programme der präklinischen Diagnostik entwickelt, darunter frühe Erkennung des Lungenkrebs unter Anwendung der virtuellen multidimensionalen NLS-Skopie, des Dickdarmkrebs unter Anwendung der virtuellen NLS-Skopie in der Kombination mit CT oder MR-Kolonoskopie. Die bedeutendsten Ergebnisse wurden bei der Erkennung des Lungenkrebs im Frühstadium erhalten.

Die modernen perspektivischen Diagnoseprogramme für die Forschung der Screeningmöglichkeiten des bronchogenen Krebs stützen sich auf die Anwendung des virtuellen Spiral-NLS. Der Hauptvorteil dieser Technologie bildet ein wesentlich besseres, im Vergleich zur Röntgenographie und der Schirmbildreihenuntersuchung, Auslösungsvermögen. Die Anwendung der virtuellen NLS lässt Herde im Lungengewebe 0,5-0,7 mm groß sicher erkennen. Die meisten großen Untersuchungen zeigen, dass virtuelle NLS Herde in den Lungen bei 10-12% der Patienten aus der Risikogruppe erkennen lassen, dabei 0,5-1,5% bronchogener Krebs sind. Mehr als 80% dieser Geschwülste sind bei der Röntgenographie, deren Auslösungsvermögen 3-5% mm ist, nicht zu sehen. Bei 80-95% der Patienten lässt NLS das 1. Krebsstadium erkennen.

Die Hauptbegrenzungen der breiten Anwendung der virtuellen NLS-Skopie für den Screening des bronchogenen Krebs sind eine große Zahl der falschpositiven Ergebnisse, das Fehlen der überzeugenden Beweise der Mortalitätssenkung in den screeninggruppen im Vergleich zu den Kontrollgruppen oder der Population insgesamt.

**Diagnostik und Bestimmung des Stadiums der bösartigen Neubildungen.**

In den letzten Jahren geht die Entwicklung der auf die Diagnostik und die Bestimmung des Stadiums der Neubildungen verschiedener Lokalisierung gerichteten NLS-Technologien schnell vor sich.

Mehrschichtige spirale Computer-NLS-Skopie ermöglichte einen wesentlichen Fortschritt in der klinischen Anwendung aller Gerätetechnologien. Die Anwendung der NLS-Skopie lässt zwei wichtigste Vorteile dieser Technologie realisieren: sie steigert die Geschwindigkeit des Scannings und erhöht das Raumauslösungsvermögen. Die Steigerung der Scanninggeschwindigkeit ist der Zahl der dazu benutzten parallelen Prozessoren proportional. So ermöglicht die Anwendung des Systems LAPP (besteht aus 4 parallelen Prozessoren mit super computing power und Rechengeschwindigkeit) die Verringerung der Scanningzeit der angegebenen anatomischen Gegend um 8mal im Vergleich zu NLS-Geräten der früheren Generation „Oberon“. In der Praxis bedeutet, dass eine anatomische Gegend, z.B. die Brust oder der Bauch, im Laufe von 3-5 Sekunden untersucht werden kann. Die Steigerung der Scanninggeschwindigkeit ermöglichte in der Praxis die Untersuchung einiger anatomischen Gegend gleichzeitig, z.B. die Brust und der Bauch, der Kopf, der Hals und der obere Teil der Brust, das hat eine große Bedeutung in der onkologischen Praxis. Jetzt sind Untersuchungen der Gliedmaßen, darunter auch der langen Röhrenknochen, verschiedener Teile der Wirbelsäule möglich. Früher war das nur mittels MRT möglich.

Der zweite Vorteil der NLS-Diagnostik ist die Verringerung der Größe der Scanninggegend als Folge der maximalen Erhöhung des Raumauslösungsvermögen. Im Vergleich zum Gerät „Oberon“, wo Ultrastrukturen der minimalen Größe 100-200 Mikron untersucht werden konnten, kann das Gerät „Metatron“ die Strukturen, deren Größe 5-10 Mikron ist, untersuchen. Pathologische Bildungen gerade dieser Größe lässt diese Technologie erkennen. In der klinischen Praxis schließt man gewöhnlich Kompromiss zwischen der maximalen Untersuchungsgeschwindigkeit und dem maximalen Auslösungsvermögen, welches unter diesen Bedingungen möglich ist.

Die Erhöhung des Auslösungsvermögens hat noch eine wichtige Folge. Bei der Schichtdichte 5-10 Mikron entwickeln sich die sogenannten isotropen Abbildungen. In diesem Fall besteht die Matrix der Abbildung aus Voxeln, die gleiche oder fast gleiche Flächen haben (würfelförmig sind). Das Auslösungsvermögen die axiale Scanningfläche und die Längsscanningfläche entlang ist gleich. Darum ist es möglich, nach dem Abschluss des Scannings informative zwei- und dreidimensionale Transformationen des untersuchenden Gebietes zu konstruieren.

Nach der Einführung der NLS in die klinische Praxis stieg die Effektivität der angiographischen Untersuchungen, denen zugrunde der Scanning der ausgewählten anatomischen Gegend beim Durchgehen durch die Gefäße des Boluses des Kontrastmittels liegt. In der Kombination mit den zahlreichen Methoden der virtuellen Transformationen ermöglicht es die Untersuchung des Gefäßlumens, die Erkennung der Thromben, die Bewertung der Wechselwirkungen der Gefäße mit pathologischen Bildungen. In die onkologische Praxis werden Technologien der virtuellen NLS-Skopie

intensiv eingeführt, z.B. Kolonoskopie, Angioskopie, Bronchoskopie, Endoskopie des Paranasalsinus usw.

Die schnelle Entwicklung der NLS wird durch die Entwicklung der Geräte mit der prinzipiell neuen Software (das Programm „Metapathia GR Hunter“) gekennzeichnet. Die Haupttendenz besteht in der maximalen Verringerung der Zeit für die Erfassung des Signals, um eine vollwertige Untersuchung zu gewährleisten. Eine andere Richtung in der Entwicklung der NLS ist die Anwendung der verbesserten Scanner der Z-Serie, die die Untersuchung einiger anatomischen Gegenden gleichzeitig ermöglichen. Die Untersuchung dauert dabei 10-15 Minuten. In dieser Hinsicht ist die NLS-Untersuchung des ganzen Körpers am interessantesten. Sie ist auf die Erkennung des primären Geschwulstes oder des metastatischen Schaden der einzelnen Organe oder Gewebe gerichtet.

Die Bedeutung der NLS nimmt dank der Verbesserung der Geräte und der Entwicklung der Eichpräparate für die Bewertung des funktionellen Zustandes und des Metabolismus verschiedener Organe und Systeme ständig zu. Onkologie, neben der Kardiologie, gehört heutzutage zu den Hauptrichtungen in der Anwendung dieser Technologie. Zahlreiche Untersuchungen, sowie perspektivische als auch retrospektive, zeigten, dass NLS eine der effektivsten Methoden der Erkennung des Geschwulstgewebe ist. Der Empfindlichkeits- und Spezifitätindex der CT und MRT bei der Erkennung der Neubildungen verschiedener Lokalisierung liegt bei 60-90%, der ähnliche Index der NLS ist faktisch in allen Untersuchungen höher als 80%. Dabei ist die minimale Größe der mittels der NLS erkennbaren pathologischen Bildungen 0,3-0,5 mm. Die bedeutendste Rolle spielt NLS in der Differentialdiagnostik der gutartigen und bösartigen Neubildungen, bei der Erkennung des primären Geschwulstes bei den Kranken mit dem metastatischen Schaden verschiedener Organe und Gewebe, bei der Bestimmung der Verbreitung des primären Geschwulstes bei den unbekannten Metastasen in den regionären Lymphknoten und den entfernten Organen. In allen obengenannten klinischen Situationen ist die Informativität der NLS höher als diese der traditionellen Verfahren des morphologischen Sichtbarmachen.

Der Hauptnachteil der NLS, wie auch der meisten anderen Gerätemethoden, besteht in der Kompliziertheit der präzisen tropischen Diagnostik der erkannten pathologischen Bildungen, in der Unmöglichkeit der Bestimmung der Wechselwirkungen des Geschwulstes mit daran grenzenden Organen und Gewebe. Für diesen Zweck wird heutzutage Computertomografie (CT) benutzt. Gesetzmäßig ist die Entwicklung der kombinierten Anlagen NLS/CT, die zwei Untersuchungen faktisch gleichzeitig ermöglichen. Dann werden anatomische CT-Abbildungen und virtuelle NLS-Abbildungen übereinander gelegt. Die Zweckmäßigkeit dieses Verfahrens in der Diagnostik der Neubildungen wird heutzutage weit diskutiert.

Also haben die modernen Methoden der NLS-Diagnostik eine große Bedeutung für die onkologische Praxis, sie geben genaue und rechtzeitige Angaben über das Vorhandensein und die Verbreitung des Geschwulstprozesses.